

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

И. И. Капцов, Ю. В. Пахомов

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ
по курсу

«ВВЕДЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬНОЕ ДЕЛО»
(профессиональной направленности)

(для студентов 1 курса всех форм обучения
по направлению подготовки 6.060101 - «Строительство»
специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция»)

Харьков
ХНАГХ
2012

Капцов И. И. Конспект лекций по курсу «Введение в строительное дело» (профессиональной направленности) (для студентов 1 курса всех форм обучения по направлению подготовки 6.060101 - «Строительство» специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция»)/ И. И. Капцов, Ю. В. Пахомов; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва – Х.: ХНАГХ, 2012. – 185 с.

Авторы: И. И. Капцов,
Ю. В. Пахомов

Рецензент: к.т.н., доц. А.В.Ромашко

Рекомендовано кафедрой эксплуатации
газовых и тепловых систем,
протокол № 10 от «27» октября 2011 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	7
Глава I. Основы проектирования систем отопления, вентиляции и газоснабжения	8
Лекция 1. Микроклимат и комфорт помещений	8
1.1 Основные метеорологические факторы, влияющие на микроклимат в помещении	8
1.1.1. Тепловой баланс организма человека	9
1.2. Системы отопления здания и их роль в создании комфортных микроклиматических условий в помещении	10
1.2.1. Системы водяного отопления	11
1.2.2. Особенности систем парового отопления	20
1.2.3. Системы воздушного отопления	21
1.2.4. Комбинированные системы отопления	22
1.2.5. Печное отопление	22
1.3. Требования, предъявляемые к системам отопления с целью повышения микроклиматических комфортных условий в помещении	25
1.4. Требования, предъявляемые к отопительным приборам, расчет площади нагрева	26
1.4.1. Чугунные радиаторы	27
1.4.2. Аллюминиевые радиаторы	27
1.4.3. Биметаллические радиаторы	27
1.4.4. Стальные трубчатые радиаторы	28
1.4.5. Стальные панельные радиаторы	28
1.4.6. Требования, предъявляемые к отопительным приборам, расчет площади нагрева	29
1.5. Запорно-регулирующая арматура в системах отопления и способы регулирования теплоотдачи приборов	31
Лекция 2. Конструктивные характеристики и монтаж систем теплогасоснабжения и вентиляции	34
2.1. Системы газоснабжения городов и населенных пунктов	34
2.1.1. Основные свойства и состав газообразного топлива	34
2.1.2. Природные газы	37
2.1.3. Искусственные газы	38
2.1.4. Происхождение углеводородных газов	39
2.1.5. Городские системы газоснабжения	40
2.1.6. Трубы, запорная арматура и оборудование газопроводов	48
2.1.7. Устройство подземных газопроводов	53
2.1.8. Устройство надземных газопроводов	54
2.1.9. Переходы газопроводов через естественные и искусственные препятствия	56
2.1.10. Установка отключающих устройств	58
2.1.11. Защита газопроводов от коррозии	59
2.2. Способы прокладки инженерных коммуникаций	64
2.2.1. Подземные и надземные способы прокладки теплопроводов	64
2.2.2. Пересечение теплопроводами рек, железнодорожных путей и дорожных магистралей с усовершенствованным покрытием	72
2.2.3. Компенсация температурных деформаций	75
2.2.4. Строительная техника, применяемая при прокладке трубопроводов	76

2.3. Системы вентиляции, применяемые в промышленных, жилых и общественных зданиях	78
2.3.1. Требования, предъявляемые к системам вентиляции	78
2.3.2. Гигиенические основы вентиляции, источники образования факторов вредности	78
2.3.2.1. Избыточное тепло	79
2.3.2.2. Избыточные водяные пары — влага	80
2.3.2.3. Газы и пары	80
2.3.2.4. Пыль и микроорганизмы	81
2.3.2.5. Радиоактивные вещества	81
2.3.3. Понятие о способах организации воздухообмена в помещении	81
2.3.3.1. Естественная неорганизованная вентиляция (инфильтрация)	84
2.3.3.2. Принципиальная схема канальной системы естественной вентиляции	85
2.3.3.3. Краткие сведения об аэрации зданий	87
2.3.3.4. Местная вентиляция	88
2.3.3.4.1. Вытяжные шкафы	91
2.3.3.4.2. Вытяжные зонты	91
2.3.3.4.3. Воздушные души	92
2.3.3.4.3.1. Конструктивное исполнение воздушных душей	93
2.3.3.4.4. Воздушные завесы	95
2.3.3.5. Механическая вентиляция	97
2.3.3.5.1. Центробежные вентиляторы	100
2.3.3.5.2. Осевые вентиляторы	101
2.3.3.5.3. Крышные вентиляторы	102
2.4. Системы кондиционирования воздуха	103
2.4.1. Сплит-системы	105
2.4.1.1. Основные режимы работы кондиционера, используемые для кондиционирования и обогрева помещений	107
2.4.1.2. Конструкция кондиционера	109
2.4.1.3. Принцип работы кондиционера	110
2.4.1.4. Системы защиты кондиционера	113
2.4.1.5. Уровень шума кондиционера	114
Лекция 3. Техническая диагностика в системах теплогазоснабжения и вентиляции ...	116
3.1. Основные термины и определения в технической диагностике	116
3.2. Неразрушающие способы контроля качества сварных соединений	117
3.3. Ультразвуковой метод контроля качества сварных соединений	119
3.4. Эхо-импульсный метод контроля	121
3.4.1. Эхо-импульсный дефектоскоп	121
3.4.2. Эхо-импульсный толщиномер	121
3.5. Радиационные методы контроля	121
3.5.1. Рентгеновские излучения	122
3.6. Магнитные методы контроля	122
3.6.1. Метод магнитного порошка	123
3.7. Магнитографический метод контроля	123
3.8. Электромагнитный метод контроля	123
3.9. Люминесцентный метод контроля и метод красок	123
Глава II. Профессионально-ориентированные дисциплины в системах теплогазоснабжения и вентиляции	125
Лекция 4. Законы и методы технической механики жидкостей и газов	125
4.1. Формирование технической механики как науки	125
4.2. Жидкости и их физические свойства	128

Лекция 5. Общие сведения о технической термодинамике и теплопередаче	136
5.1. Введение	136
5.2. Основные параметры состояния газа и их единицы измерения	137
5.3. Теплоемкость, количество тепла	138
5.4. Внутренняя энергия рабочего тела	139
5.5. Энтальпия газа	139
5.6. Процессы изменения состояния идеальных газов	140
5.7. Сущность формулировок первого и второго законов термодинамики	140
5.8. Дросселирование пара или газа	141
5.9. Поршневые двигатели внутреннего сгорания	141
5.10. Компрессоры	142
Лекция 6. Основы теории теплообмена	143
6.1. Общие сведения	143
6.2. Виды передачи тепла	143
6.3. Закон Фурье и коэффициент теплопроводности	144
6.4. Теплопередача	145
6.5. Теплообменные аппараты	145
Глава III. Эксплуатация и ремонт систем теплогасоснабжения и вентиляции	147
Лекция 7. Вопросы энергосбережения в Украине	147
7.1. Необходимость принятия новой энергетической политики	147
7.2. Способы повышения эффективности использования топливно- энергетических ресурсов	149
7.3. Экологические аспекты систем теплогасоснабжения	150
7.3.1. Мероприятия по снижению экологической опасности от работы систем теплоснабжения	151
7.4. Новые направления развития энергосберегающих технологий	152
7.4.1. Совершенствование существующих традиционных систем теплоснабжения	152
7.4.2. Развитие децентрализованного теплоснабжения	154
7.4.3. Строительство малых ТЭЦ по традиционной схеме и на базе мусоросжигательных заводов	154
7.4.4. Усовершенствование систем теплогасоснабжения с применением электроэнергии	155
7.4.5. Вопросы эксплуатации и своевременного качественного ремонта систем ТГВ, как неотъемлемая часть экономии топливно- энергетических ресурсов	156
7.4.6. Использование нетрадиционной энергетики с применением альтернативных экологически чистых возобновляемых источников энергии (солнца, ветра, малых и средних рек, органических отходов, океанских приливов и др.)	159
7.4.6.1. Энерготехнология использования солнечной энергии	161
7.4.6.2. Биокомплекс как резерв топливно-энергетических ресурсов в экономике аграрно-промышленного комплекса	163
7.4.6.3. Использование энергии ветра	165
7.5. Автономные источники теплоснабжения	166
7.5.1. Газопоршневые автономные электростанции	167
7.6. ТЭК как единая система энергоснабжения	168
7.7. Некоторые пути экономии электроэнергии	170
7.8. Оперативное управление температурой помещений	171
7.9. Использование реверсивных тепловых насосов как теплогенераторов в системах кондиционирования	172
7.10. Утилизация тепла канализационных стоков	173

7.11. Внедрение приборов контроля потребления энергии	173
7.12. Перспективы развития атомных электростанций в Украине	174
7.13. Краткое пособие по энергосбережению	175
Лекция 8 Перспективы развития систем теплогасоснабжения и конкретные предложения по их совершенствованию	177
8.1. Общая характеристика газового хозяйства	178
8.2 .Основные направления деятельности газового хозяйства	178
8.3. Анализ технического состояния газопроводов	178
8.4. Мероприятия по совершенствованию методов эксплуатации и ремонта газопроводов с целью их защиты от преждевременного выхода из строя	178
8.5 Программа перспективного развития централизованного теплоснабжения города, разработанная «Коммунальным предприятием «Харьковские тепловые сети»	180
Список источников	184

ВВЕДЕНИЕ

Курс лекций составлен согласно программы учебной дисциплины «Введение в строительное дело» и предназначен для студентов 1 курса дневной и заочной формы обучения.

Материал подобран таким образом, чтобы сформировать у студентов начальный объем знаний по профилирующим предметам, которые будут изучаться ими на протяжении всего курса обучения.

По ходу изложения материала даются ссылки на нормативную и учебную литературу для самостоятельного изучения, а также контрольные вопросы для самопроверки.

Уже на 1 курсе обучения студенты осваивают азы своей будущей профессии инженера, способного квалифицированно работать в научно-исследовательских и проектных организациях в качестве исследователей, технологов, конструкторов, проектировщиков нового и модернизации старого газового и теплового оборудования, а также выполнять работы по реконструкции и ремонту существующих систем теплогазоснабжения.

Будущий специалист в области теплогазоэнергетики обязан освоить надежные и безопасные методы эксплуатации систем теплогазоснабжения, вентиляции и систем транспортирования энергоносителей на большие расстояния.

В книге довольно широко освещены актуальные вопросы энергосбережения топливно-энергетических ресурсов, а также использования нетрадиционной энергетики с применением альтернативных, экологически чистых, возобновляемых источников энергии в системах отопления и горячего водоснабжения промышленных и гражданских зданий.

На примере предприятий «Харьковские тепловые сети» и АО «Харьковгоргаз» показаны перспективы развития систем теплогазоснабжения, их реконструкции и капитального ремонта.

ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ, ВЕНТИЛЯЦИИ И ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

ЛЕКЦИЯ 1. МИКРОКЛИМАТ И КОМФОРТ ПОМЕЩЕНИЙ

1.1. ОСНОВНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МИКРОКЛИМАТ В ПОМЕЩЕНИИ

Параметры микроклимата воздушной среды, которые обуславливают оптимальный обмен веществ в организме человека, и при которых нет неприятных ощущений и напряженности системы терморегуляции организма, называют комфортными или оптимальными. Определяющими параметрами комфортного пребывания людей в помещении являются такие метеорологические факторы, как:

- температура воздуха в помещении t_v
- относительная влажность воздуха ϕ
- скорость движения воздуха $V_{дв}$
- температура внутренних поверхностей стен $t_{в.п.}$
- атмосферное давление окружающего воздуха P

Под микроклиматом помещений понимают определенные значения параметров, при которых человек будет чувствовать себя комфортно. Требования к микроклимату в различных регионах нашей страны не одинаковы, так как не одинаковы метеорологические условия. Например, в северных районах при выполнении расчетов отопления и вентиляции принято внутреннюю температуру в помещении завышать. Все расчеты выполняются согласно нормативных документов, которые называются СНиПами или ДБН.

Требования к микроклимату помещений в зависимости от их функционального назначения также различны. В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями наиболее благоприятная температура воздуха в об-

ществленных, административных и бытовых помещениях должна быть от 20 до 22° С. В теплый период допустимы колебания температуры от 20 до 28° С, в холодный период – от 18 до 22° С.

Относительная влажность считается оптимальной в диапазоне от 30 до 60 % - в теплый период и 30 -45 % - в холодный период. Верхняя допустимая граница относительной влажности 65 – 70 %.

Скорость движения воздуха зависит от способа его подачи в помещение и значительно влияет на самочувствие человека. Зоной пребывания людей принято считать область высотой 1,8 м от пола на расстоянии 0,15 м от стен.

Допустимая скорость движения воздуха 0,2 – 0,3 м/с для легких работ, 0,4 – 0,5 м/с – для работ средней тяжести и 0,6 м/с – для тяжелых работ.

1.1.1. Тепловой баланс организма человека

Тепловой баланс организма человека складывается из тепла, вырабатываемого организмом и воспринимаемого им из внешней среды, и из расхода тепла, отдаваемого им во внешнюю среду.

Величина теплообразования в организме изменяется в зависимости от возраста, работы мышц и ряда других факторов. Второй элемент теплового баланса — тепловые потери организма человека— находится в прямой связи с микроклиматическими условиями помещения (параметрами). Так, если воздух помещения имеет низкую температуру, тепловые потери организма увеличиваются и, наоборот, с повышением температуры воздуха — уменьшаются.

Большое значение для теплового баланса организма имеет температура поверхностей ограждающих конструкций, поскольку от этой температуры зависят тепловые потери организма человека путем излучения.

Процесс теплового излучения состоит в переносе тепла от одного тела к другому электромагнитными волнами, возникающими в результате сложных молекулярных и атомных возмущений. Лучистая энергия возникает в телах за счет других видов энергии, главным образом тепловой. Электромагнитные волны распространяются от поверхности тела во все стороны. Встречая на

своем пути другие тела, лучистая энергия может ими частично поглощаться, превращаясь снова в теплоту (повышая их температуру).

Общие тепловые потери организмом взрослого нормально одетого человека в состоянии покоя и теплового комфорта составляет 115—130 Вт.

В расчетах отопления и вентиляции тепловые потери принимаются равными 115 Вт.

Величина теплоотдачи излучением, по опубликованным данным, составляет 45—60% от общих тепловых потерь.

Комплекс микроклиматических условий в помещении в зимнее время, гарантирующий нормальные тепловые потери организмом человека, обеспечивается за счет системы отопления помещения. Отсюда видно, какую важную роль выполняют системы отопления в гигиеническом отношении.

1.2. СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ И ИХ РОЛЬ В СОЗДАНИИ КОМФОРТНЫХ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ПОМЕЩЕНИИ

Различают местные (автономные) и центральные системы отопления. К местным относят системы, радиус действия которых ограничивается одним или несколькими, но смежными помещениями. Все конструктивные элементы такой системы отопления расположены непосредственно в этих помещениях. Наиболее типичным примером местной системы является печное отопление. К местному относятся также газовое (при сжигании газа в котлах) и электрическое отопление с использованием электрических котлов и приборов переносного типа (радиатора, калорифера и др.).

В центральных системах тепло для отопления вырабатывается за пределами отапливаемых помещений (котельная, ТЭЦ), а затем транспортируется по трубопроводам или воздуховодам в отдельные помещения здания.

По виду теплоносителя центральные системы отопления подразделяют на системы водяного, парового, воздушного отопления и комбинированные.

По способу передачи тепла помещению системы отопления делят на три группы:

- конвекционные;
- лучистые;
- конвекционно-лучистые.

1.2.1. Системы водяного отопления

Системы водяного отопления являются наиболее распространенными отопительными системами. Главным элементом системы водяного отопления традиционно является котел, который служит для нагрева теплоносителя (как правило — воды). Теплоноситель нагревается в котле до высокой температуры, затем, циркулируя по трубам и отопительным приборам, прогревает воздух в отапливаемом помещении. Пройдя по всему отопительному контуру и отдав тепло, теплоноситель возвращается обратно в котел, где опять нагревается и т.д.

В основном, в системах водяного отопления современных домов существует не один контур, а несколько — для теплого пола, для бассейна, для нагрева бойлера системы водоснабжения и т.д. Отдельный контур организуется всякий раз, когда необходимы свои определенные параметры нагрева (температура и время). Управление работой современных систем водяного отопления осуществляет автоматика, предоставляя широкий набор различных удобств. Помимо мощности, рассчитываемой в соответствии с необходимым объемом обогрева, котлы различаются по источнику потребляемой энергии и, в зависимости от этого бывают электрическими, газовыми, жидко- или твердотопливными. Выбор подходящего котла зависит от конкретной ситуации, но в виду доступности и дешевизны природного газа, наибольшее распространение получили именно газовые. Также котлы могут быть чугунными или стальными. У тех и других есть как и свои плюсы, так и некоторые минусы.

Из производителей высококлассного котельного оборудования, занимающихся поставкой своей продукции на отечественный рынок, отметим такие торговые марки как «Protherm», «Dakon», «Viessman», «Buderus» и др.

В качестве примера на рис.1.1 и 1.2 показаны электрический и газовый котлы среднего класса торговой марки «Protherm» и «Dakon».

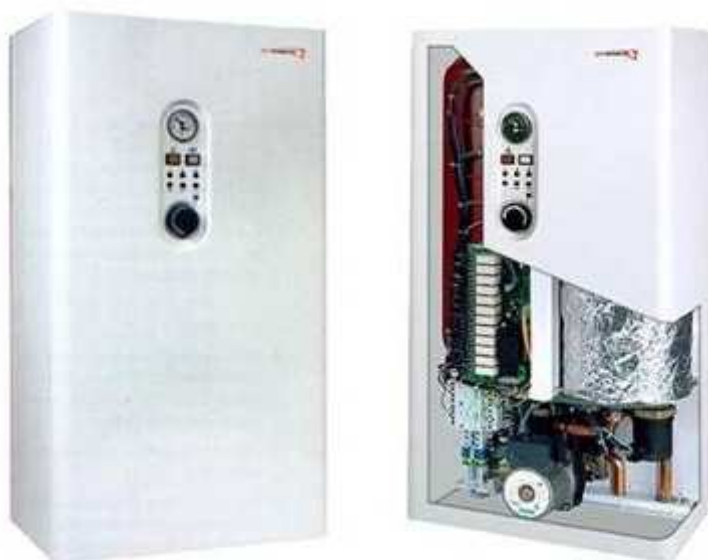


Рис.1.1 - Электрический котел среднего класса торговой марки «Protherm»



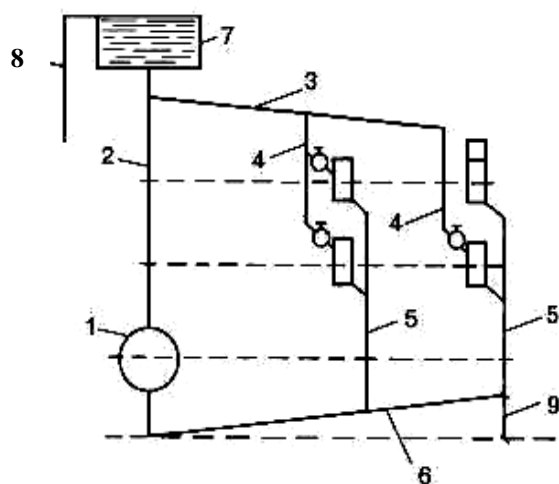
Рис.1.2 - Газовый котел среднего класса торговой марки «Dakon»

Различают системы водяного отопления с естественной и принудительной циркуляцией теплоносителя.

В системе с естественной циркуляцией теплоносителя движение теплопроводной жидкости возникает под действием гравитационной силы за счёт разности температур и плотности жидкости нагретой в котле и жидкости остывшей в отопительных приборах и трубопроводах.

На рис. 1.3 показана система водяного отопления с естественной циркуляцией теплоносителя с верхней и нижней разводкой магистральных трубопроводов.

а)



б)

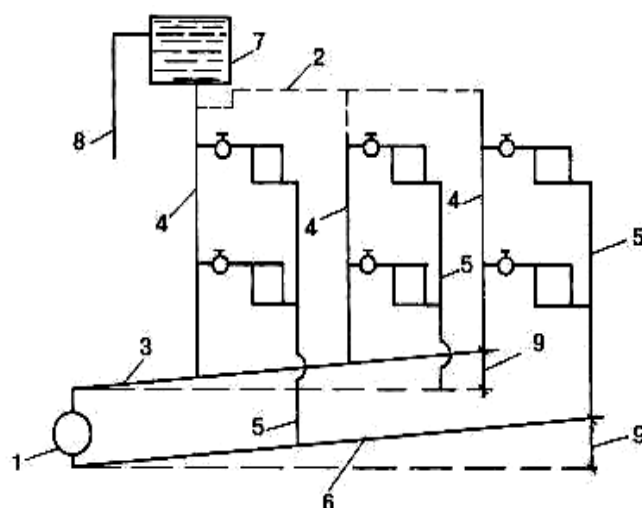


Рис. 1.3 - Система водяного отопления с естественной циркуляцией теплоносителя:
 а – с верхней разводкой; б – с нижней разводкой; 1 – котел; 2 – воздушная линия (главный стояк); 3 – разводящая линия; 4 – горячие стояки; 5 – обратные стояки; 6 – обратная линия; 7 – расширительный бак; 8 – сигнальная линия; 9 – уклон

По принципу действия система отопления с нижней разводкой не отличается от системы с верхней разводкой. И тут, и там циркуляция создается потому, что горячая вода, как более легкая, вытесняется обратной водой вверх по стоякам, остывая в нагревательных приборах. Затем эта вода опускается вниз через обратные стояки и снова поступает в котел.

В системах отопления с естественной циркуляцией в зданиях небольшой этажности величина циркуляционного давления невелика и составляет всего лишь несколько десятков миллиметров водяного столба. Поэтому в них нельзя допускать больших скоростей движения воды в трубах; следовательно, диаметры труб должны быть большими. Система может оказаться экономически невыгодной. Поэтому применение систем с естественной циркуляцией допускается лишь для небольших зданий.

Перечислим недостатки систем отопления с естественной циркуляцией теплоносителя:

- сокращен радиус действия (до 30м по горизонтали) из-за небольшого циркуляционного давления;
- повышена стоимость (до 5-7% стоимости здания) в связи с применением труб большого диаметра;
- увеличен расход металла и затраты труда на монтаж системы;
- замедлено включение системы в действие;

- повышена опасность замерзания воды в трубах, проложенных в неотапливаемых помещениях.

Вместе с тем, отметим преимущества системы с естественной циркуляцией теплоносителя, определяющие в отдельных случаях ее выбор:

- относительная простота устройства и эксплуатации;
- независимость действия от снабжения электрической энергией;
- отсутствие насоса, а соответственно шума и вибраций;
- сравнительная долговечность (при правильной эксплуатации система может действовать 35-40 лет и более без капитального ремонта);
- саморегулирование, обуславливающее равномерную температуру в помещениях.

В системах отопления с естественной циркуляцией теплоносителя при изменении температуры и плотности воды изменяется и расход вследствие возрастания или уменьшения естественного циркуляционного давления. Одновременное изменение температуры и расхода воды обеспечивает теплопередачу приборов, необходимую для поддержания заданной температуры помещений, т.е. придает системе тепловую устойчивость.

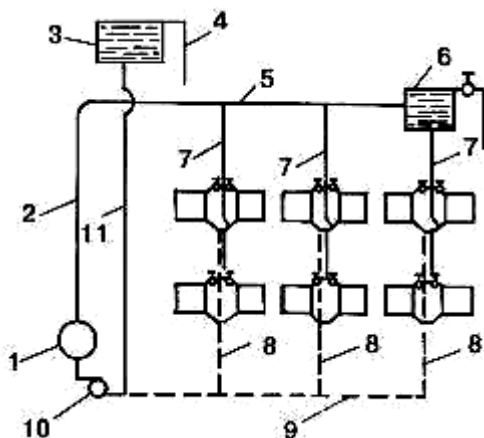
В системах отопления с принудительной циркуляцией движение теплопроводной жидкости происходит за счет работы циркуляционного насоса. Расширительный бак в таких системах подсоединяют к обратной магистрали.

В зависимости от расположения подающей магистрали различают системы с верхней и нижней разводкой трубопроводов, которые показаны на рис. 1.4.

При верхней разводке подающая магистраль (труба по которой горячий теплоноситель поступает к стоякам, а затем к отопительным приборам) располагается выше жилого помещения, обычно на чердаке. В системах с нижней разводкой подающая магистраль располагается ниже жилого помещения, в подвале.

Насосы, действующие в замкнутых кольцах системы отопления, заполненных водой, воду не поднимают, а только ее перемещают, создавая циркуляцию, и поэтому называются циркуляционными.

а)



б)

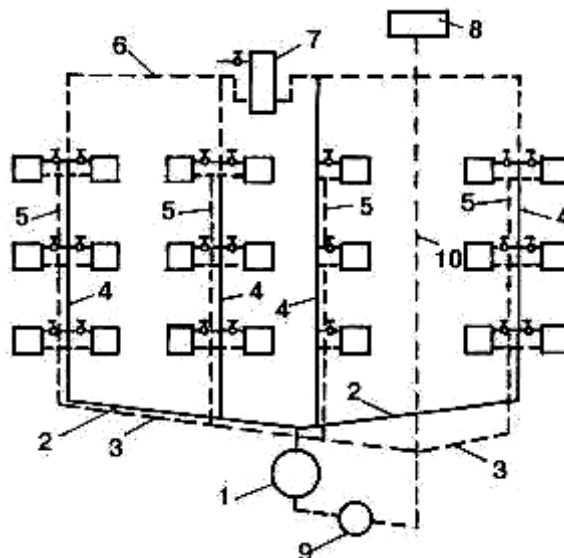


Рис. 1.4 - Система водяного отопления с принудительной циркуляцией теплоносителя:

а – нижняя разводка: 1 – котел; 2 – главный стояк; 3 – расширительный бак; 4 – сигнальная линия; 5 – подающая линия; 6 – воздухоотборник; 7 – подающие стояки; 8 – обратные стояки; 9 – обратная линия; 10 – насос; 11 – расширительная труба;

б – верхняя разводка: 1 – котел; 2 – подающая линия; 3 – обратная линия; 4 – подающие стояки; 5 – обратные стояки; 6 – воздушная линия; 7 – воздухоотборник; 8 – расширительный бак; 9 – насос; 10 – расширительная труба

Циркуляционный насос устанавливают, как правило, на обратную магистраль системы отопления для увеличения срока службы деталей, взаимодействующих с горячей водой. В системах отопления целесообразно применять специальные циркуляционные насосы, перемещающие значительное количество воды и развивающие сравнительно небольшие давления. Это малозумные горизонтальные лопастные насосы центробежного типа, соединенные в единый блок с электродвигателями и закрепляемые непосредственно на трубах (без фундамента), например насосы типа ЦНИПС (рис. 1.5) или ЦВЦ (рис. 1.6).

Применение насосных систем отопления позволяет существенно увеличить протяженность трубопроводов и уменьшить металлоемкость системы отопления за счет уменьшения диаметров разводящих трубопроводов. Кроме того, с установкой циркуляционного насоса появляется возможность применения новых схемных решений системы отопления, например, отказ от верхней разводки трубопроводов. Однако применение насосных систем отопления возможно только при условии надежного электроснабжения.

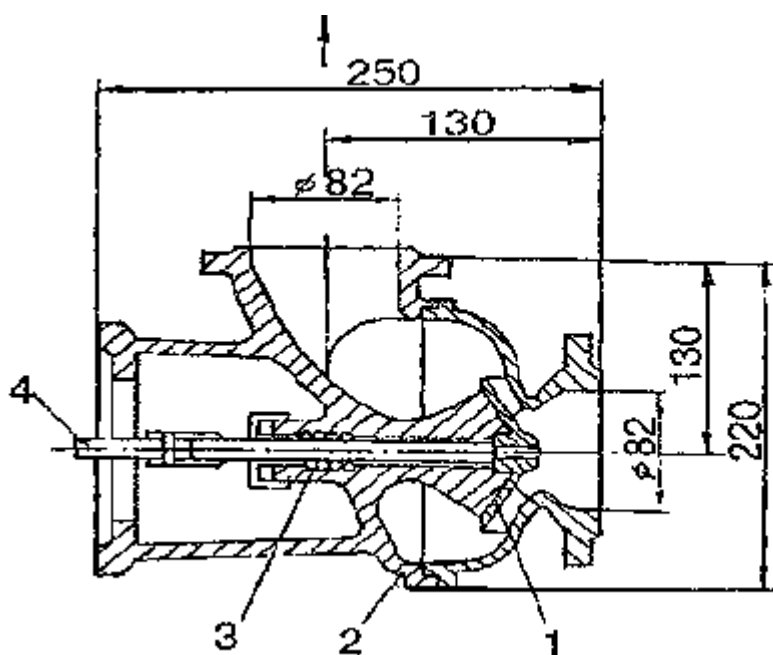


Рис.1.5 - Диагональный циркуляционный насос ЦНИПС:
1 – рабочее колесо; 2 – корпус; 3 – сальниковое уплотнение; 4 - вал электродвигателя

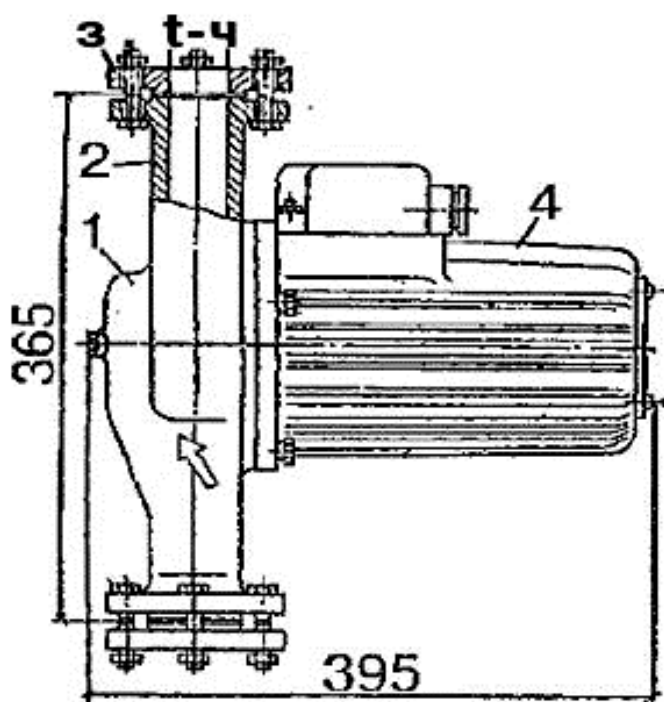


Рис.1.6. - Центробежный циркуляционный насос типа ЦВЦ:
1 – корпус; 2 – нагревательный патрубок; 3 – контрфланец для присоединения труб;
4 - электродвигатель

По способу присоединения труб к отопительным приборам различают однетрубные и двухтрубные системы, которые показаны на рис.1.7, 1.8.

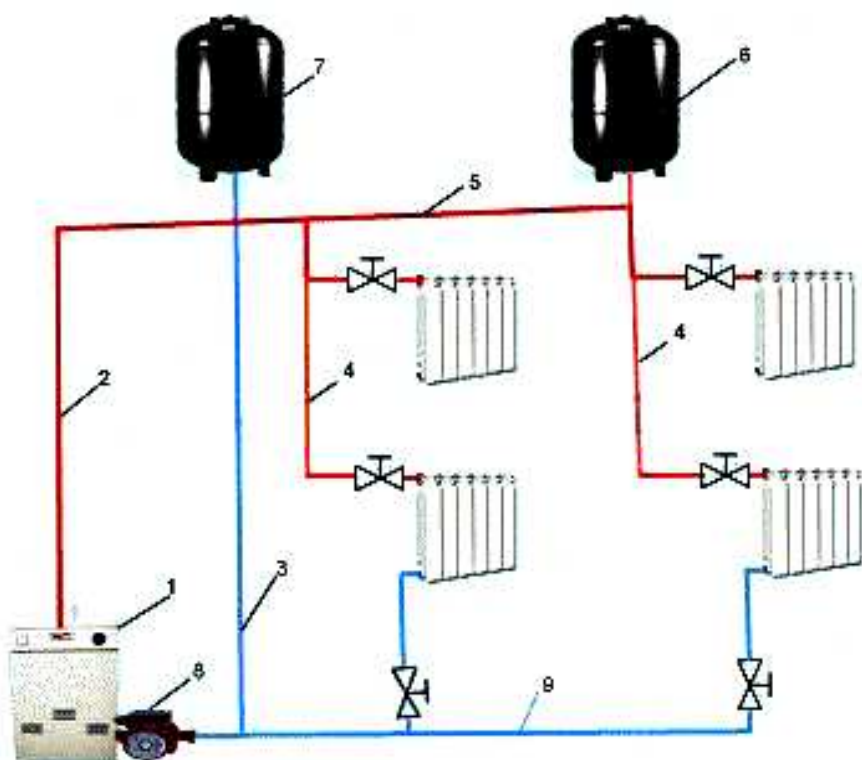


Рис.1.7 - Однотрубная система водяного отопления:

1 - котел; 2 - главный стояк; 3 - расширительная труба; 4 - обратные стояки; 5 - верхняя разводка; 6 - воздухоотборник; 7 - расширительный бак; 8 - циркуляционный насос; 9 - обратная линия

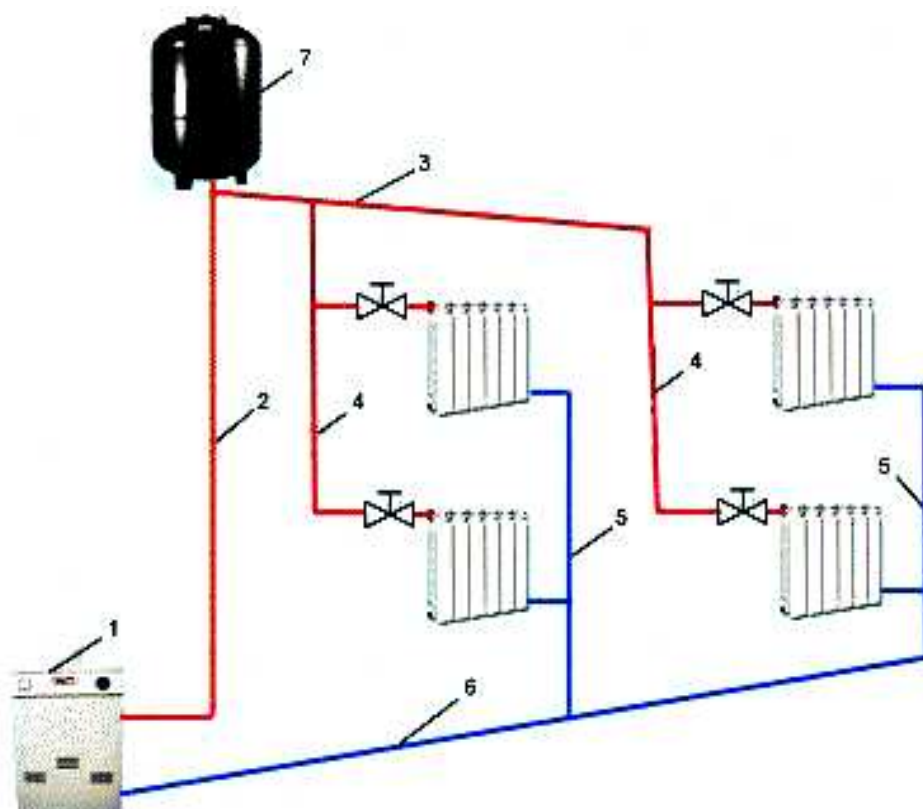


Рис.1.8 - Двухтрубная система водяного отопления:

1-котел; 2-главный стояк; 3-разводка; 4-горячие стояки; 5-обратные стояки; 6-обратка; 7-расширительный бак

В однотрубной системе отопления каждый отопительный прибор присоединен только к одной трубе (подающий стояк), при этом горячий теплоноситель последовательно проходит через отопительные приборы, постепенно охлаждаясь.

В двухтрубной системе отопления имеется и подающий, и обратный стояки, то есть к каждому отопительному прибору подходят две трубы, одна - для подачи горячего теплоносителя, другая - для отвода охлажденного. Такая система позволяет ко всем отопительным приборам подводить одинаково горячий теплоноситель и, следовательно, более равномерно прогревать помещение.

Для правильной эксплуатации системы водяного отопления важно, чтобы из неё был удалён воздух. С этой целью, а также для полного удаления теплоносителя из системы трубопроводы прокладываются вертикально или с уклоном, причём в верхней точке системы отопления устанавливаются расширительные баки.

Основное назначение расширительного бака заключается в приеме дополнительного объема воды, образующегося при ее нагревании. Этот сосуд изготавливается из листовой стали толщиной 3-4 мм в виде вертикально расположенного цилиндра, куба или параллелепипеда с помощью сварки и устанавливается на несущих конструкциях или на чердачном перекрытии в верхней точке системы. Для предотвращения возможного замерзания воды расширительный бак необходимо утеплять.

Для обеспечения нормальной работы расширительный бак снабжен четырьмя штуцерами, к которым подсоединяются трубы различного назначения:

- расширительная труба, через которую поступает вода через систему;
- сигнальная труба, которая выводится к канализационному сливу вблизи рабочего места оператора и заканчивается вентилем или краном (назначение этой трубы - контроль уровня воды в расширительном баке);
- переливная труба, свободно сообщающая с атмосферой и служащая для слива лишней воды из системы;
- циркуляционная труба, обеспечивающая циркуляцию воды через расширительный бак с целью предотвращения замерзания.

Расширительная труба, с помощью которой контролируется уровень воды, в системах с естественной циркуляцией подсоединяется к горячей магистрали, а в системах с механической циркуляцией - к обратной магистрали перед всасывающим патрубком циркуляционного насоса.

В настоящее время в системах водяного отопления с принудительной циркуляцией теплоносителя все чаще устанавливаются специальные устройства —автоматические воздухоотводчики, принцип действия которых показан на рис. 1.9.

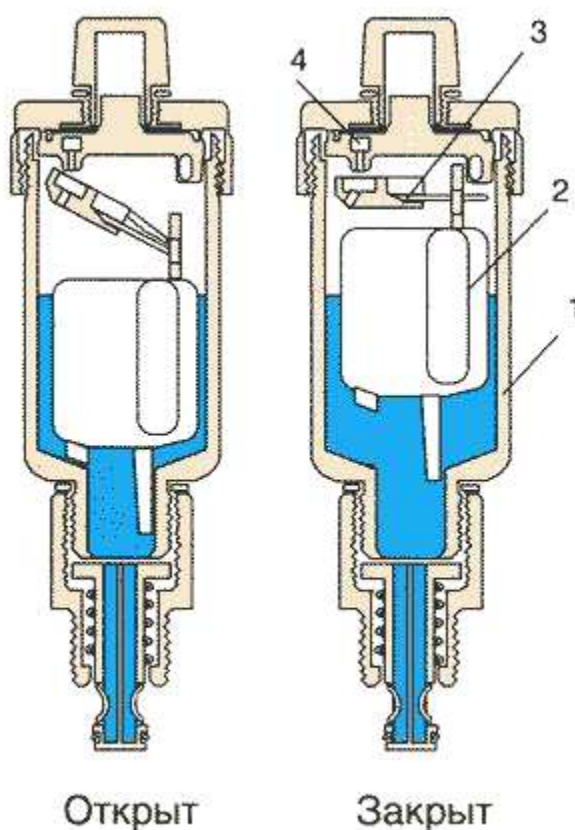


Рис.1.9 - Воздухоотводчик в открытом и закрытом положении:
1 - корпус; 2 - поплавковая камера; 3 - коромысло; 4 - клапан

При централизованном теплоснабжении горячая вода из наружной сети часто подаётся непосредственно в системы водяного отопления и после охлаждения возвращается обратно. Если температура горячей воды в наружных сетях централизованного теплоснабжения выше температуры, соответствующей гигиеническим требованиям отопления (например, 85°C для больниц и 105°C для жилых домов), то к горячей воде с целью уменьшения её температуры под-

мешивают охлажденную воду из системы отопления. Для этого в месте присоединения системы водяного отопления к наружным сетям централизованного теплоснабжения устанавливают водоструйные насосы. Изменение теплоотдачи водяного отопления, необходимое в связи с колебаниями наружной температуры, достигается централизованным регулированием температуры воды в системе. Местное, покомнатное, регулирование производится обычно кранами у отопительных приборов. Летом в период бездействия системы отопления для сохранности трубопроводов воду из неё удалять не рекомендуется.

1.2.2. Особенности систем парового отопления

При конденсации пара при постоянном давлении, его температура также не меняется, а выделяется скрытая теплота парообразования. Это свойство пара выделять скрытую теплоту парообразования используется в системах парового отопления.

Системы парового отопления проектируются таким образом, чтобы в нагревательном приборе происходила конденсация пара при неизменной температуре.

Таким образом, при конденсации 1 кг пара отопительный прибор отдаст в отапливаемое помещение около 2260 кДж.

Поскольку плотность пара в диапазоне рабочих давлений в 1400-1500 раз меньше плотности воды при ее температуре в системе отопления, перемещение пара по трубопроводам отопительной системы возможно с гораздо большей скоростью, чем течение воды. Обычно принимаются скорости движения пара в трубопроводах не менее 20 м/с. Большое количество теплоты, которое несет 1 кг пара, и большие скорости перемещения его по трубопроводам создают определенные преимущества этому виду теплоносителя.

Одним из основных преимуществ парового отопления является меньший расход по массе трубопроводов, чем в системах водяного отопления, а, следовательно, и меньшие капиталовложения в систему отопления. Вторым не менее важным преимуществом является то, что коэффициент теплопередачи отопительного прибора при паре будет больше этого коэффициента при воде.

К недостаткам систем парового отопления следует отнести слишком высокую температуру поверхности отопительных приборов в период работы системы и невозможность плавного регулирования теплоотдачи приборов. Высокая температура поверхности приборов исключает возможность применения в качестве теплоносителя пар в помещениях, где не исключена возгонка органической пыли, в помещениях с повышенными санитарно-гигиеническими требованиями, таких как жилые квартиры, общежития, детские учреждения, школы, больницы, а также в помещениях ряда промышленных цехов.

СНиП 2.04.05-86 рекомендует применять системы парового отопления в некоторых промышленных цехах предприятий, где не предъявляются высокие санитарно-гигиенические требования и не выделяется органическая пыль, в помещениях, предназначенных для кратковременного пребывания людей, и в помещениях складов, бань, прачечных и им подобных.

Конструктивно системы парового отопления могут быть выполнены с верхней и нижней прокладкой паропроводов (в некоторых случаях применяется средняя прокладка), конструкции стояков могут быть как двухтрубные, так и однострунные, системы могут быть как с вертикальными стояками, так и с горизонтальными ветвями.

Существуют различные схемы систем парового отопления низкого давления с верхней прокладкой паропровода, сухим конденсатопроводом и самотечным возвратом конденсата, горизонтальной схемы и разомкнутой системы с конденсационным баком и насосной перекачкой конденсата из бака в котел.

В системах парового отопления теплоноситель (пар), поступая по трубопроводу в отопительные приборы, конденсируется, отдавая теплоту парообразования для отопления помещений. Конденсат из приборов возвращается обратно в котел.

1.2.3. Системы воздушного отопления

Для систем воздушного отопления воздух нагревается непосредственно в обслуживаемых этими системами зданиях. Отопление помещений

осуществляется централизованно по специальным каналам (воздуховодам) или сосредоточенной подачей воздуха и децентрализованно с помощью отопительных агрегатов, устанавливаемых в различных местах помещения. При сосредоточенной подаче воздуха применяют крупные отопительные агрегаты, направляющие нагретый воздух в помещения с большой скоростью.

1.2.4. Комбинированные системы отопления

К комбинированным системам относят пароводяные, водо-водяные, паровоздушные, водовоздушные, электровоздушные и газовоздушные, т. е. такие, в которых основной теплоноситель (горячая вода или воздух) получается с помощью другого теплоносителя (пара, перегретой воды, электроэнергии, газа).

В пароводяных и водо-водяных системах основной теплоноситель подготавливается в водонагревателе — бойлере. Нагретая вода поступает по трубопроводу в отопительные приборы системы отопления здания. Из приборов охлажденная вода возвращается для нагрева обратно в бойлер.

Во всех комбинированных системах воздушного отопления воздух нагревается в калориферах.

1.2.5. Печное отопление

Печное отопление представляет собой довольно распространенный вид отопления малоэтажных зданий (преимущественно в сельской местности). Особенностью этого вида отопления является то, что генератор тепла и теплоотдающие поверхности совмещены и находятся в отапливаемом помещении.

Прежде недостатком печного отопления был низкий коэффициент полезного действия, обычно не превышающий 0,4. В современных печах он доходит до 0,75-0,85, и в настоящее время задача сводится не столько к конструированию новых, сколько к внедрению в практику имеющихся улучшенных печей.

Инженер-строитель должен популяризировать современные печи, активно участвовать в проектировании печного отопления и не допускать

применения печей технически устаревших конструкций даже для отопления временных построек.

Согласно СНиП 2.04.05-86, печное отопление можно применять в жилых домах до двух этажей включительно, в одноэтажных общежитиях с числом мест не более 25, в небольших одноэтажных зданиях лечебно-профилактических учреждений, в одноэтажных зданиях сельских школ, рассчитанных не более чем на 80 учеников, в одноэтажных зданиях детских дошкольных учреждений с числом мест не более 50 с дневным пребыванием детей, в зданиях зрелищных предприятий с числом мест до 100, в столовых с числом посадочных мест не более 50, в одноэтажных зданиях вокзалов вместимостью до 50 пассажиров и в сельских производственных зданиях площадью до 500 м².

Печное отопление в зданиях и помещениях категорий взрывной и пожарной опасности производств А, Б, В и Е, а также в зданиях любого назначения выше двух этажей (с учетом цокольного этажа) устраивать запрещается,

К печам предъявляются следующие общие требования:

- а) печь должна равномерно прогреваться, чтобы температурный градиент по высоте отапливаемого помещения был небольшим;
- б) амплитуда колебания температуры воздуха в течение суток не должна быть более $\pm 3^{\circ}\text{C}$;
- в) температура поверхности печи в зданиях и помещениях дошкольных и лечебно-профилактических учреждений на всей ее площади не должна превышать 90°C .

В других зданиях и помещениях, в которых допускается устраивать печное отопление, можно иметь температуру поверхности печи 110°C - на площади не более 15 % и 120°C — на площади не более 5% общей площади поверхности печи. Более высокая температура допускается лишь в помещениях с временным пребыванием людей и при обязательной установке экранов, предохраняющих от ожогов и снижающих излучение;

- г) отделка наружной поверхности должна препятствовать скоплению на ней пыли (в лечебных и дошкольных учреждениях желательно облицовывать поверхность керамической плиткой);
- д) КПД должен быть как можно более высоким;
- е) устройство печи должно исключать опасность возникновения пожаров;
- ж) обслуживание должно быть простым и не требовать много времени;
- з) срок службы печи должен быть 25—30 лет.

В технико-экономическом и санитарно-гигиеническом отношении печное отопление имеет положительные и отрицательные стороны.

К положительным свойствам печного отопления относятся:

- более низкая стоимость устройства по сравнению с другими видами отопления;
- малый расход металла;
- возможность применения любого вида топлива;
- сравнительно высокий КПД;
- обеспеченность воздухообмена в помещениях, так как во время топки печи происходит подсос воздуха в топливник для поддержания процесса горения и поступление чистого воздуха извне;
- большая отдача тепла помещению излучением (до 50%) по сравнению с радиаторами центрального отопления, где этот вид передачи тепла— излучение — составляет не более 25%.

К недостаткам печного отопления относятся:

- значительная площадь, требуемая для хранения топлива;
- потеря полезной площади, занимаемой печами;
- опасность в пожарном отношении при невыполнении указанных выше правил;
- загрязнение помещений при очистке печи от золы и шлаков и доставке топлива;
- более высокая по сравнению с центральным отоплением амплитуда колебания температуры воздуха в течение суток;

- опасность отравления окисью углерода при нарушении правил эксплуатации печи.

Печное отопление и системы с радиаторами или приборами панельного типа относят к конвекционно-лучистой группе.

К лучистым системам отопления относят системы, при работе которых средневзвешенная температура поверхностей ограждающих конструкций выше температуры воздуха в помещении. Такие условия достигаются развитой, умеренно нагретой теплоотдающей поверхностью (потолка, стен и пола) и подвесными нагретыми панелями.

Примером конвекционной системы может служить система отопления с конвекторами или ребристыми трубами.

1.3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СИСТЕМАМ ОТОПЛЕНИЯ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ В ПОМЕЩЕНИИ

Гигиенические исследования микроклимата помещений и того, как влияют изменения его отдельных компонентов на организм человека, позволили выработать определенные требования к системам отопления. Приводим основные из них:

- любая система отопления должна возмещать потери тепла в помещении через все его теплоограждающие конструкции — наружные стены, наружные двери, окна, чердачное перекрытие или безчердачное покрытие и пол;
- система отопления должна независимо от колебаний наружной температуры воздуха поддерживать внутри помещений в зависимости от их назначения установленную гигиеническими нормами температуру (согласно СНиП);
- температура внутреннего воздуха должна быть по возможности равномерной как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Температура считается равномерной, если в горизонтальном направлении

от окон до противоположной стены разница температуры воздуха не превышает 2°C , а в вертикальном — 1°C на каждый метр высоты;

- колебания температуры воздуха в течение суток не должно быть больше $\pm 3^{\circ}\text{C}$ при печном отоплении и $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ — при центральном;
- внутренние поверхности ограждений (стены, потолок, пол) должны нагреваться настолько, чтобы температура их приближалась к температуре воздуха помещения. Нормируемые величины температурного перепада между расчетной температурой внутреннего воздуха и температурой внутренних поверхностей стен приведены в СНиП;
- средняя температура поверхности нагревательных приборов в жилых помещениях не должна превышать 85°C . Она регламентирована и для приборов, установленных в помещениях другого назначения;
- в жилых и общественных зданиях система отопления вместе с системой вентиляции должна обеспечивать поддержание относительной влажности ϕ и скорости движения воздуха V в пределах гигиенических норм ($\phi = 40 - 60\%$, $V = 0,15 - 0,25 \text{ м/с}$);
- в производственных помещениях система отопления вместе с системой вентиляции должна обеспечивать нормальные условия работы и температурно-влажностный режим, задаваемый технологическим процессом производства.

1.4. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОТОПИТЕЛЬНЫМ ПРИБОРАМ, РАСЧЕТ ПЛОЩАДИ НАГРЕВА

На отечественном рынке наиболее часто встречаются следующие типы радиаторов водяного отопления:

- чугунные радиаторы;
- алюминиевые радиаторы;
- биметаллические радиаторы;
- стальные трубчатые радиаторы;
- стальные панельные радиаторы.

1.4.1. Чугунные радиаторы



Рис.1.10. - Чугунные радиаторы

В большинстве домов старой постройки установлены чугунные радиаторы, (рис.1.10). Основные плюсы – это их низкая цена, хорошая отдача тепла и сопротивляемость ржавчине, а так же они выдерживают достаточно высокое давление. Минусы - трудоемкость монтажа (может сводить на нет экономию на низкой стоимости радиатора), не самый привлекательный внешний вид и большая тепловая инерция.

1.4.2. Алюминиевые радиаторы



Рис.1.11. - Алюминиевые радиаторы

Имея очень хорошую теплоотдачу, низкую массу и привлекательный дизайн, в то же время алюминиевые радиаторы (см. рис.1.11) выдерживают достаточно высокое давление. Главный минус – высокая цена. Кроме того, алюминиевые радиаторы подвержены коррозии. Коррозию усиливает образование в системе отопления гальванических паров алюминия с другими металлами. В случае использования алюминиевых радиаторов желательно проводить противокоррозийные мероприятия, что вполне осуществимо в частном доме.

1.4.3. Биметаллические радиаторы

Биметаллические радиаторы (рис.1.12) состоят из алюминиевого корпуса и стальной трубы, по которой движется теплоноситель. Имеют все плюсы алюминиевых радиаторов - высокая теплоотдача, низкая масса, привлекательный внешний вид и, кроме того, при определенных условиях имеют более высокую коррозионную стойкость и обычно рассчитаны на большее давление в системе



Рис.1.12 - Биметаллические радиаторы

отопления. Но как и у алюминиевых радиаторов их основной минус - высокая цена. Установка таких радиаторов в частном загородном доме, как правило, не оправдана, так как высокого давления в этом случае быть не должно и нет смысла платить за это дополнительные деньги.

1.4.4. Стальные трубчатые радиаторы



Рис.1.13 - Стальные трубчатые радиаторы

На рис. 1.13 показан стальной трубчатый радиатор. Обычно – это наиболее дорогой тип радиаторов (в пересчете на 1 кВт). На отечественном рынке представлено большое количество трубчатых радиаторов разных форм и расцветок. Эти радиаторы нередко играют роль не только элемента системы отопления, но и элемента дизайна помещения. Разновидностью трубчатых радиаторов являются радиаторы для ванной комнаты. Такие радиаторы могут подсоединяться в систему отопления или, кроме этого, оснащаться дополнительным электрическим нагревательным элементом.

1.4.5. Стальные панельные радиаторы

Стальные панельные радиаторы, (рис. 1.14) наиболее часто устанавливаются в коттеджах. Они не рассчитаны на очень высокое давление, но в этом и нет необходимости, т.к. в загородном доме высокого давления в системе быть не должно. При этом у них хорошее соотношение цены и качества, высокая тепло-



отдача. У стальных панельных радиаторов относительно небольшая тепловая инерция, а значит, с их помощью легче осуществлять автоматическое регулирование температуры в помещении.

Рис.1.14 - Стальные панельные радиаторы

1.4.6. Требования, предъявляемые к отопительным приборам, расчет площади нагрева

Нагревательные приборы являются основным элементом системы отопления и должны отвечать определенным теплотехническим, санитарно-гигиеническим и технико-экономическим требованиям.

Теплотехнические требования сводятся к тому, чтобы нагревательные приборы хорошо передавали тепло от теплоносителя (воды) отапливаемым помещениям, т.е. чтобы коэффициент теплопередачи их был как можно выше. Величина коэффициента зависит от ряда факторов:

- разности средней температуры теплоносителя и температуры воздуха помещения;
- размеров и формы поверхности нагрева;
- способа подачи и отвода воды из прибора;
- количества секций в приборе и места его установки;
- количества воды, проходящей через прибор.

Температура поверхности приборов ограничивается санитарно-гигиеническими требованиями. В помещениях с длительным пребыванием человека она не должна быть выше 95°C , так как при более высокой температуре может быть сухая возгонка оседающей на приборе органической пыли, сопровождающаяся выделением вредных веществ, в частности окиси углерода.

Нагревательные приборы должны быть компактны, с легкодоступной для осмотра и очистки от пыли поверхностью, форма и отделка приборов должны соответствовать назначению помещения. С санитарно-гигиенической точки зрения желательно устанавливать приборы, у которых преобладает передача тепла излучением, так как они создают лучшие микроклиматические условия в помещении. Способ передачи тепла зависит от конструкции прибора и места его установки.

Технико-экономические требования, предъявляемые к нагревательным приборам, следующие:

1. Необходимо, чтобы форма и конструкция прибора соответствовала требованиям технологии их массового производства.
2. Конструкция приборов должна быть такой, чтобы из отдельных элементов можно было собрать прибор с любой поверхностью нагрева.
3. Стенки прибора должны быть прочные, водонепроницаемые.
4. Приборы должны быть долговечными, удобными для транспортировки и монтажа.
5. Затрата металла и пластика, а также стоимость отопительных приборов, отнесенная к единице полезно передаваемого тепла, должны быть наименьшими.

Нагревательные приборы размещаются у наружных стен, преимущественно под окнами, так как это уменьшает холодные потоки воздуха вблизи окон.

В целях получения максимального теплового потока с меньшими потерями, нагревательные приборы должны быть расположены открыто.

Для поддержания в помещении требуемой температуры необходимо, чтобы количество тепла, отдаваемого нагревательными приборами, установленными в помещении, соответствовало расчетным теплотерям помещения.

Необходимая теплопередача прибора в рассматриваемое помещение определяется по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{тп}} \quad (1.1)$$

где $Q_{\text{тп}}$ - теплотери помещения, Вт;

Тепловой поток выбранного прибора не должен уменьшаться более чем на 5% по сравнению с $Q_{пр}$

Приведенные формулы действительны при открытой установке неокрашенных приборов у наружных ограждений помещения.

Минимально допустимое число секций радиатора определяют по формуле:

$$n = \frac{Q_{пр}}{q_{ном}} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \quad (1.2)$$

где $q_{ном}$ - номинальный тепловой поток одной секции радиатора, Вт;

β_1 - коэффициент, учитывающий способ установки прибора. Т.к. прибор установлен открыто, то $\beta_1 = 1$.

β_2 - коэффициент, учитывающий остывание воды в трубах. Для расчета принимаем $\beta_2 = 1$.

1.5. ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ И СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛООТДАЧИ ПРИБОРОВ

Для пуска системы отопления в работу по частям, а также выключения отдельных ветвей системы для ремонта на трубопроводах устанавливают задвижки или краны см. рис (1.15, 1.16).



Рис.1.15 - Задвижка чугунная 30ч 6бр



Рис.1.16 - Кран шаровый

В зданиях высотой до трех этажей отключающая арматура на стояках не ставится, за исключением лестничных клеток, где она должна быть предусмотрена независимо от этажности здания.

Для приведения теплоотдачи приборов, установленных в отдельных помещениях, в соответствие с потерями тепла необходимо изменять как количество воды, проходящей через приборы, так и ее температуру, т. е. качественно и количественно регулировать работу системы отопления.

Качественное регулирование достигается изменением температуры воды, подаваемой в нагревательные приборы из теплового центра (котельной, бойлерной, теплового пункта с элеватором). Это - центральное регулирование.

Количественное регулирование теплоотдачи приборов осуществляется изменением количества воды, поступающей в прибор, для чего применяют термостатические краны с ручной регулировкой.

На рис.1.17 и 1.18 показаны узлы количественного регулирования теплоотдачи отопительных приборов с различными вариантами подключения термостатических кранов и вентилей в систему отопления.



Рис.1.17 - Термостатический кран с ручной регулировкой



Рис.1.18 - Трехходовой байпасный вентиль с ручной регулировкой теплоотдачи отопительного прибора

Для удаления воздуха из отопительных приборов используют краны Маевского, которые показаны на рис.1.19.



Рис.1.19 - Краны Маевского различных модификаций

Согласно СНиП, регулировочные краны устанавливают для проведения двух независимых одна от другой стадий регулирования: монтажной — в период наладки и пуска системы; эксплуатационной - во время эксплуатации системы.

Регулировочные краны не устанавливают на приборах, размещаемых в лестничных клетках и в других местах, где вода может замерзнуть. Не допускается установка запорно-регулирующей арматуры на «сцепках» приборов.

В системах парового отопления предел качественного регулирования весьма ограничен и оно малоэффективно. Количественное регулирование может быть только местное, осуществляемое изменением количества пара, поступающего в прибор.

В качестве, запорно-регулирующей арматуры в системах парового отопления применяют паровые вентили, клапаны которых тщательно пришлифованы к седлу и поэтому дополнительного уплотнения не требуют.

В последние годы стали применять регулирующие устройства автоматического действия. Они автоматически перекрывают вентили на трубопроводах при повышении температуры в помещениях и вновь открывают их при понижении температуры.

Контрольные вопросы

1. Какие параметры микроклимата называют комфортными или оптимальными.
2. Перечислите метеорологические факторы, которые влияют на комфортное пребывание людей в помещении.
3. Что такое микроклимат.
4. Что такое тепловой баланс организма человека.
5. Какие системы отопления вы знаете.
6. Дайте краткую характеристику всех систем отопления.
7. Назначение расширительного сосуда в системах водяного отопления.
8. Требования, предъявляемые к системам отопления.
9. Требования, предъявляемые к отопительным приборам.
10. Какова роль запорно-регулирующей арматуры в системах отопления.

ЛЕКЦИЯ 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МОНТАЖ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

2.1. СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ И НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

2.1.1. Основные свойства и состав газообразного топлива

Газообразное топливо представляет собой смесь горючих и негорючих газов, содержащих некоторое количество примесей. К горючим газам относятся углеводороды, водород и окись углерода. Негорючие компоненты— это азот, двуокись углерода и кислород. Они составляют балласт газообразного топлива. К примесям относят водяные пары, сероводород, пыль. Искусственные газы могут содержать аммиак, цианистые соединения, смолу и пр. От вредных примесей газообразное топливо очищают. По ГОСТ 5542—50* содержание вредных примесей в граммах на 100 м³ газа, предназначенного для газоснабжения городов, не должно превышать:

- сероводорода — 2г;
- аммиака — 2г;
- цианистых соединений в пересчете на синильную кислоту (HCN)—5г;
- смолы и пыли—0,1г;
- нафталина—10г (летом) и 5г (зимой).

Природный газ не содержит аммиака, цианистых соединений и нафталина.

Для газоснабжения применяют как влажные, так и сухие газы.

Если газ транспортируют на большие расстояния, то его предварительно осушают, так как содержание влаги в газе при его транспортировании часто вызывает серьезные эксплуатационные затруднения. При определенных внешних условиях (температуре и давлении) влага может конденсироваться, образовывать ледяные пробки и кристаллогидраты, а в присутствии

сероводорода и кислорода вызывать коррозию трубопроводов и оборудования. Во избежание перечисленных затруднений газ осушают, снижая температуру точки росы на 5 – 7⁰С ниже рабочей температуры в газопроводе.

Внешне кристаллогидраты похожи на белую снегообразную кристаллическую массу, а при уплотнении напоминают лед. Это неустойчивые соединения, которые при определенных условиях сравнительно легко разлагаются на составные части. Состав кристаллогидратов углеводородов следующий: $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ или $\text{CH}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_2\text{H}_6 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{C}_3\text{H}_8 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. Природный газ и вода представляют собой многокомпонентную систему, которая дает смешанные кристаллогидраты.

Большинство искусственных газов имеет резкий запах, что облегчает обнаружение утечек газа на трубопроводах и запорной арматуре.

Природный газ не имеет запаха. До подачи в сеть его одорируют, т. е. придают ему резкий неприятный запах, который должен ощущаться при концентрации в воздухе, равной 1%.

Влагосодержание насыщенного газа в зависимости от его температуры приведено в табл. 2.1.

Таблица 2.1 - Зависимость влагосодержания насыщенного газа от температуры

Температура в °С	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Влагосодержание в г на 1 м ³ сухого газа при 0°С и 101,3 кПа	5	10,1	19,4	35,9	64,6	114	202	370	739	1950

Запах токсичных газов должен ощущаться при концентрациях, допускаемых санитарными нормами. Сжиженный газ, используемый коммунально-бытовыми потребителями, по ГОСТ 10196—62 не должен содержать сероводорода более 5 г на 100 м³ газа, а его запах должен ощущаться при содержании в воздухе при 0,5%.

Концентрация кислорода в газообразном топливе не должна превышать 1%. При использовании для газоснабжения смеси сжиженного газа с воздухом концентрация газа в смеси составляет не менее удвоенного верхнего предела воспламеняемости.

Физические характеристики и теплота сгорания некоторых газов приведены в табл. 2.2 и 2.3.

Таблица 2.2 - Физические характеристики газов

Газ	Химическая формула	Молекулярная масса	Молярный объем при 0°С 101,3 кПа в м ³ /кмоль	Плотность при 0 °С 101,3 КПа в кг/м ³	Относительная плотность по воздуху
Азот	N ₂	28,016	22,4	1,2505	0,9673
Ацетилен	C ₂ H ₂	26,038	22,24	1,1707	0,9055
Водород	H ₂	2,016	22,43	0,08999	0,0695
Водяной пар	H ₂ O	18,016	(23,45)	(0,768)	0,5941
Воздух (без CO ₂)	—	28,96	22,4	1,2928	1
Двуокись серы	SO ₂	64,066	21,89	2,9263	2,2635
Двуок. углерода	CO ₂	44,011	22,26	1,9768	1,5291
Кислород	O ₂	32	22,39	1,423	1,1053
Окись углерода	CO	28,01	22,41	1,25	0,9669
Сероводород	H ₂ S	34,082	22,14	1,5392	1,1906
Метан	CH ₄	16,043	22,38	0,7168	0,5545
Этан	C ₂ H ₆	30,07	22,18	1,3566	1,049
Пропан	C ₃ H ₈	44,097	21,84	2,019	1,562
н-Бутан	C ₄ H ₁₀	58,124	21,5	2,703	2,091
изо-Бутан	C ₄ H ₁₀	58,124	21,78	2,668	2,064
Пентан	C ₅ H ₁₂	72,151	—	3,221	2,491

Таблица 2.3 - Теплота сгорания чистых горючих газов

Газ	Теплота сгорания					
	высшая	низшая	высшая	низшая	высшая	низшая
	в кДж/кмоль		в кДж/кг		в кДж/м ³ при 0° С и 101,3 КПа	
Ацетилен	1308560	1264600	50240	48570	58910	56900
Водород	1286060	1242940	141900	120080	12770	10800
Окись углерода	1283170	1283170	10090	10090	12640	12640
Сероводород	1553780	519820	16540	15240	25460	23490
Метан	1890990	803020	55560	50080	39860	35840
Этан	1560960	1429020	51920	47520	70420	63730
Пропан	2221500	2045600	50370	46390	101740	93370
н-Бутан	2880400	2660540	49570	45760	133980	123770
изо-Бутан	2873580	2653720	49450	45680	131890	121840
Пентан	3549610	3277750	49200	45430	158480	16340

Используя данные этих таблиц, можно рассчитать теплоту сгорания, плотность и другие характеристики газообразного топлива.

2.1.2. Природные газы

Для газоснабжения городов и промышленных предприятий в настоящее время широко применяют природные газы. Их добывают из недр земли. Они представляют смесь различных углеводородов метанового ряда. Природные газы не содержат водорода, окиси углерода и кислорода. Содержание азота и углекислого газа обычно бывает невысоким. Газы некоторых месторождений содержат в небольших количествах сероводород.

Природные газы можно подразделить на три группы.

Газы, добываемые из чисто газовых месторождений. Они в основном состоят из метана и являются тощими или сухими. Тяжелых углеводородов (от пропана и выше) сухие газы содержат менее 50 г/м^3 .

Газы, которые выделяются из скважин нефтяных месторождений, совместно с нефтью, часто называют попутными. Помимо метана они содержат значительное количество более тяжелых углеводородов (обычно свыше 150 г/м^3) и являются жирными газами. Жирные газы представляют собой смесь сухого газа, пропан-бутановой фракции и газового бензина.

Газы, которые добывают из конденсатных месторождений, состоят из смеси сухого газа и паров конденсата, который выпадает при снижении давления (процесс обратной конденсации). Пары конденсата представляют собой смесь паров тяжелых углеводородов, содержащих C_5 и выше (бензина, лигроина, керосина).

Сухие газы легче воздуха, а жирные легче или тяжелее в зависимости от содержания тяжелых углеводородов. Низшая теплота сгорания сухих газов, добываемых из недр земли, составляет $31000\text{—}38000 \text{ кДж/м}^3$. Теплота сгорания попутных газов выше и изменяется от $38\,000$ до $63\,000 \text{ кДж/м}^3$.

На газобензиновых заводах из попутных газов выделяют газовый бензин и пропан-бутановую фракцию, которую используют для газоснабжения городов в виде сжиженного газа.

2.1.3. Искусственные газы

При термической переработке твердых топлив в зависимости от способа переработки получают газы сухой перегонки и генераторные газы. Как те, так и другие в настоящее время весьма редко применяют для газоснабжения городов и промышленных предприятий.

Сухая перегонка твердого топлива представляет собой процесс его термического разложения, протекающий без доступа воздуха. При сухой перегонке топливо проходит ряд стадий физико-химических преобразований, в результате которых оно разлагается на газ, смолу и коксовый остаток. Характер преобразований, претерпеваемых топливом, определяется его природой и температурой процесса. Сухую перегонку топлива, происходящую при высоких температурах ($900\text{—}1100^\circ\text{C}$), называют коксованием, в результате которого получают кокс и коксовый газ с низшей теплотой сгорания $Q_n = 16\,000\text{—}18\,000\text{ кДж/м}^3$ и $\rho = 0,45\text{—}0,5\text{ кг/м}^3$.

Газификация — процесс термохимической переработки топлива. В результате реакции углерода топлива с кислородом и водяным паром образуются горючие газы: окись углерода и водород. Одновременно с процессом газификации протекает частичная сухая перегонка топлива.

Продуктами газификации топлива являются горючий газ, зола и шлаки. Аппараты, в которых осуществляют газификацию топлива, называют газогенераторами. При подаче в газогенератор паровоздушной смеси получают генераторный газ, называемый смешанным. Низшая теплота сгорания смешанного газа $Q_n = 5,5\text{ МДж/м}^3$; плотность $\rho = 1,15\text{ кг/м}^3$.

Водяной газ получают путем периодической продувки газогенератора воздухом и паром. При подаче воздуха слой топлива аккумулирует тепло, выделяющееся при частичном его сгорании, а при поступлении водяного пара последний взаимодействует с углеродом, используя аккумулированное тепло и образуя водяной газ. Горючими компонентами будут являться водород и окись углерода.

2.1.4. Происхождение углеводородных газов

Происхождение углеводородных газов связано главным образом с биохимическими процессами, в результате которых происходило разложение и преобразование органических веществ, состоявших из остатков отмерших животных организмов и растительности. Материнским веществом, послужившим основой для образования нефти и газа, явился органический осадок застойных водных бассейнов, содержащий преимущественно примитивные водоросли и погибшие животные организмы.

По данным И. М. Губкина, при образовании из осадка жидкого или газообразного топлива процесс с самого начала носил анаэробный (бескислородный) характер. Окислительные процессы протекали лишь за счет кислорода, содержавшегося в самих органических веществах. Среда была восстановительной. В осадке под действием анаэробных бактерий происходило энергичное брожение. Анаэробные бактерии выделяли ферменты, которые являлись хорошими катализаторами и ускоряли процесс разложения осадка. Даже после захоронения осадка ферменты оказывали каталитическое воздействие на процесс его преобразования. Интенсивное разложение органического вещества, протекавшее под преобладающим влиянием бактериального мира, которое начиналось уже во время накопления осадка, составляет первую стадию его преобразования, называемую биохимической.

Вторая диагенетическая стадия соответствует периоду после захоронения и погружения органического осадка, когда на процесс его преобразования начинают оказывать влияние повышенная температура и давление. Образование нефти происходит в этот период. Основным геологическим условием, обеспечивающим развитие процесса образования нефти и газа, является длительное и устойчивое опускание осадка вместе с земной корой и захоронение его под плохо проницаемыми отложениями. Образовавшиеся в результате разложения и преобразования органического материала жидкие и газообразные продукты не могли покидать осадок.

Третья и последняя стадия преобразования органического осадка-метаморфическая.— соответствует периоду, когда осадок попадал в условия еще более высоких температур и давлений (в результате дальнейшего опускания земной коры на глубину, измеряемую километрами), и весь процесс протекал преимущественно под влиянием этих двух факторов. Следовательно, процессы, второй и третьей стадии преобразования органического осадка определялись геологическими условиями. В третьей стадии протекало термическое разложение жидких углеводородов с образованием газа и углистого остатка. В зависимости от степени термического разложения газ состоял или только из метана, или из метана и некоторого количества более тяжелых углеводородов: этана, пропана и др.

Образовавшиеся в различных точках земной коры углеводороды при благоприятных условиях перемещались под действием различных факторов (физических, геологических), образуя скопления нефти и газа (залежи). Залежи нефти и газа, как правило, не совпадают с местами накопления органических материалов, в результате преобразования которых они получились.

Залежь нефти или газа представляет скопление углеводородов, которые заполняют поры проницаемых пород. Если скопление велико и его эксплуатация экономически целесообразна, залежь считают промышленной. Залежи, занимающие значительные площади, образуют месторождения.

2.1.5. Городские системы газоснабжения

В распределительных системах газоснабжения газ транспортируют к потребителям в трубах. Газопроводы классифицируют в зависимости от их назначения и давления газа.

По назначению газопроводы подразделяют на магистральные, городские (поселковые) и промышленные.

Городские газопроводы в свою очередь делят на:

- распределительные газопроводы, по которым газ транспортируют по снабжаемой газом территории и подают его промышленным потребителям,

коммунальным предприятиям и в жилые дома. Распределительные газопроводы бывают высокого, среднего и низкого давления, кольцевые и тупиковые, а их конфигурация зависит от характера планировки города;

- абонентские ответвления, подающие газ от распределительных сетей к отдельному потребителю или группе потребителей;
- внутридомовые газопроводы, транспортирующие газ внутри здания и распределяющие его по отдельным газовым приборам.

В зависимости от максимального рабочего давления газопроводы подразделяются на:

- газопроводы низкого давления; при непосредственном присоединении потребителей к газовым сетям давление газа в них не должно превышать 2000 Па при подаче искусственных газов, 3000 Па при подаче природных газов и 4000 Па при подаче сжиженных газов. Давление может быть повышено до 5000 Па при условии присоединения бытовых и коммунально-бытовых потребителей через групповые или индивидуальные регуляторы давления;
- газопроводы среднего давления с давлением газа от 5000 Па до 0,3 МПа;
- газопроводы высокого давления с давлением газа от 0,3 до 0,6 МПа;
- газопроводы высокого давления с давлением газа от 0,6 до 1,2 МПа.

В городах газопроводы более высокого давления могут быть применены при обосновании их необходимости и безопасности после согласования с органами надзора.

Газопроводы низкого давления служат для транспортирования газа в жилые и общественные здания, а также мелким коммунальным потребителям. К газопроводам низкого давления могут быть присоединены небольшие отопительные котельные. Крупные коммунальные потребители не присоединяют к сетям, низкого давления, так как транспортировать по ним большие сосредоточенные количества газа неэкономично.

Газопроводы среднего и высокого давления (до 0,6 МПа) служат для питания городских распределительных сетей низкого и среднего давления через газорегуляторные пункты (ГРП). Они также подают газ через ГРП и

местные газорегуляторные установки (ГРУ) в газопроводы промышленных и коммунальных предприятий.

Городские газопроводы высокого давления (0,6—1,2 МПа) являются основными артериями, питающими крупный город, их выполняют в виде кольца, полукольца или в виде лучей. По ним газ подают через ГРП в сети среднего и высокого (до 0,6 МПа) давления, а также крупным промышленным предприятиям, технологические процессы которых нуждаются в газе давлением свыше 0,6 МПа.

Питание газом жилых и общественных зданий, коммунально - бытовых и промышленных потребителей, а также котельных от сетей среднего и высокого давления осуществляют только через ГРП. Связь между газопроводами различного давления также осуществляется только через ГРП.

Современные городские распределительные системы представляют собой сложный комплекс сооружений, состоящий из следующих основных элементов: газовых сетей низкого, среднего и высокого давления, газораспределительных станций, контрольно-регуляторных пунктов, газорегуляторных пунктов и установок. В указанных станциях и установках давление газа снижают до необходимой величины и автоматически поддерживают постоянным. Они имеют автоматические предохранительные устройства, которые исключают возможность повышения давления газа в сетях сверх нормы, а также системы связи и телемеханизации.

Система газоснабжения должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям, быть безопасной в эксплуатации, простой и удобной в обслуживании, должна предусматривать возможность отключения отдельных ее элементов или участков газопроводов для производства ремонтных и аварийных работ.

Сооружения, оборудование и узлы в системах газоснабжения следует применять однотипные. Принятый вариант системы должен иметь максимальную экономическую эффективность и предусматривать строительство и ввод в эксплуатацию системы газоснабжения по частям.

Основным элементом городских систем газоснабжения являются газовые сети. По числу ступеней давления, применяемых в газовых сетях, системы газоснабжения подразделяются на:

- двухступенчатые, состоящие из сетей низкого и среднего или низкого и высокого (до 0,6 МПа) давления;
- трехступенчатые, включающие газопроводы низкого, среднего и высокого (до 0,6 МПа) давления;
- многоступенчатые, в которых газ подается по газопроводам низкого, среднего и высокого (до 0,6 и до 1,2 МПа) давления.

Совместное применение нескольких ступеней давления газа в городах объясняется следующими причинами:

- в городе имеются потребители, которые требуют различных давлений. Так, в жилых и общественных зданиях, у коммунально-бытовых потребителей разрешают только низкое давление газа, а многим промышленным предприятиям необходимо среднее или высокое давление.
- необходимость в среднем или высоком давлении возникает также вследствие значительной протяженности городских газопроводов, несущих большие газовые нагрузки.
- в центральных районах городов со старой застройкой ширина улиц и проездов небольшая и прокладка газопроводов высокого давления может оказаться неосуществимой. Кроме того, при высокой плотности населения из условий безопасности и удобства эксплуатации прокладка газопроводов высокого давления нежелательна.

Наличие нескольких ступеней давлений газа объясняется еще тем, что системы газоснабжения больших городов строили, расширяли и реконструировали в течение многих лет и газопроводы в центральной части города были запроектированы на меньшие давления, чем те, которые необходимы в настоящее время.

Системы газоснабжения городов и поселков могут также отличаться:

- а) принципами, заложенными в схемы распределительных газовых сетей, которые могут быть кольцевыми, тупиковыми, разветвленными или комбинированными;
- б) характером питания городской распределительной сети, осуществляемым от газопроводов, выполненных в виде лучей полукольца или кольца, окружающего город, через различное количество ГРС;
- в) типом оборудования и сооружений, применяемых на сетях, системами связи и телемеханизации.

На выбор системы газоснабжения города оказывает влияние ряд факторов. Перечислим основные из них:

- характер источника газа, свойства газа, степень его очистки, наличие в нем влаги;
- размеры города, особенности его планировки и застройки, плотность населения;
- количество и характер промышленных потребителей и электростанций;
- наличие больших естественных или искусственных препятствий для прокладки, газопроводов (рек, озер, железнодорожных узлов и пр.).

При проектировании системы газоснабжения разрабатывают ряд вариантов и производят их технико-экономическое сравнение. Для строительства применяют наивыгоднейший вариант.

В крупных городах с высокой, плотностью населения, применяют многоступенчатую систему газоснабжения (рис. 2.1). Газ подходит к городу по нескольким магистральным газопроводам, которые заканчиваются газораспределительными станциями (ГРС). В ГРС давление газа снижается до 2 МПа и он поступает в сеть высокого давления, которая в виде кольца окружает город. К кольцу через контрольно-регуляторный пункт (КРП) присоединено подземное хранилище газа. Кольцо высокого давления (2 МПа) ГРС, КРП и подземное газохранилище относятся к системе эксплуатации магистральных газопроводов. Городская система газопроводов включает пять ступеней давления. Так как городские сети выполнены в виде кольца и соединяются

между собой через ГРП, то газ постепенно перетекает из одной ступени в другую через регуляторы и его давление снижается.

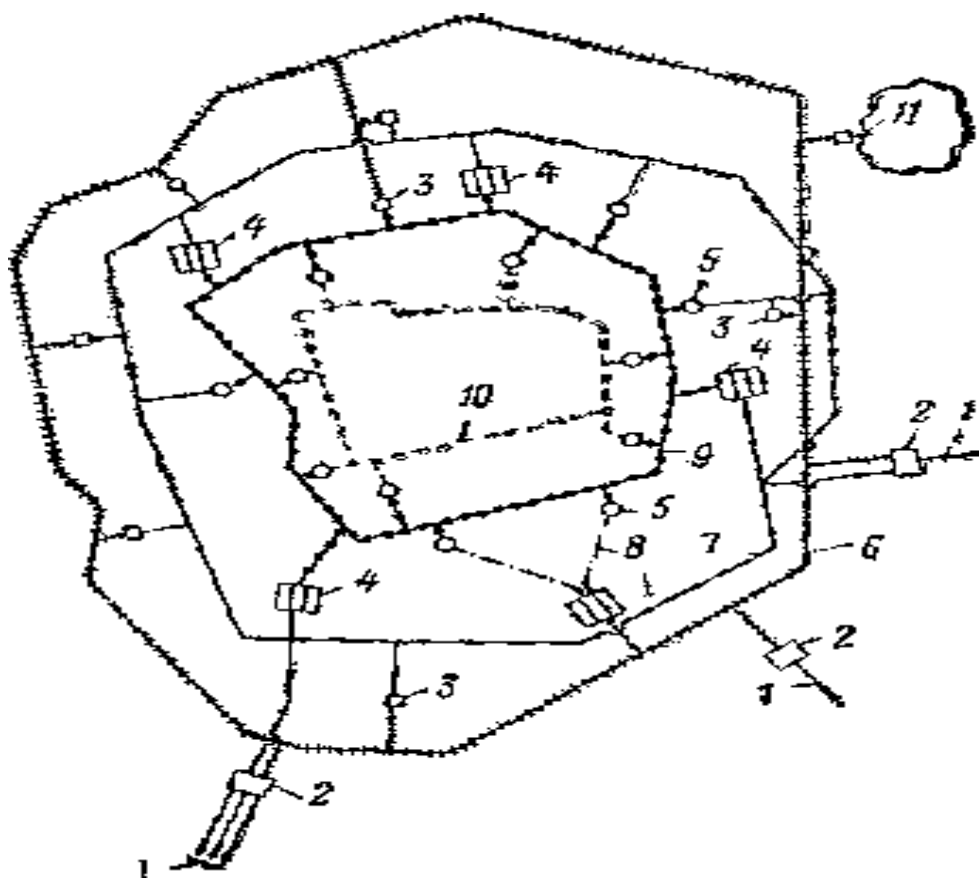


Рис. 2.1 - Принципиальная схема газоснабжения большого города:

1 — магистральные газопроводы; 2 — газораспределительные станции (ГРС); 3 — контрольно-регуляторные пункты (КРП); 4 — газгольдерные станции; 5 — газорегуляторные пункты (ГРП); 6 — кольцо газопроводов высокого давления — 2,0 МПа; 7 — кольцо газопроводов высокого давления — 0,6 МПа; 8 — газопроводы высокого давления — 0,6 МПа; 9 — кольцо газопроводов среднего давления — 0,3 МПа; 10 — кольцо газопроводов среднего давления — 0,1 МПа; 11 — подземное хранилище газа

Для выравнивания суточного графика потребления газа в городе имеются газгольдерные станции. Часть газгольдерных станций работает на перепаде давления (1,2—0,3 МПа) с коэффициентом использования газгольдерной емкости 0,69, а одна — на перепаде (1,8—0,6 МПа) с коэффициентом использования 0,63.

В центральной части города, имеющей высокую плотность населения, проложены распределительные газопроводы среднего давления с давлением, не превышающим 0,1 МПа. Промышленные предприятия, электростанции,

отопительные котельные и крупные коммунальные предприятия присоединены к сетям среднего и высокого давлений. Жилые дома, общественные здания и коммунально-бытовые потребители присоединены к сети низкого давления.

Система газоснабжения, показанная на рис. 2.1, является надежной и гибкой в эксплуатации. В ней выдержан принцип многостороннего питания городских газовых сетей, кольцевание основных линий сетей. Предусмотрено выравнивание суточного графика и покрытие неравномерности потребления газа с помощью потребителей-регуляторов, газохранилищ и использования в качестве аккумулирующих емкостей конечных участков магистральных газопроводов.

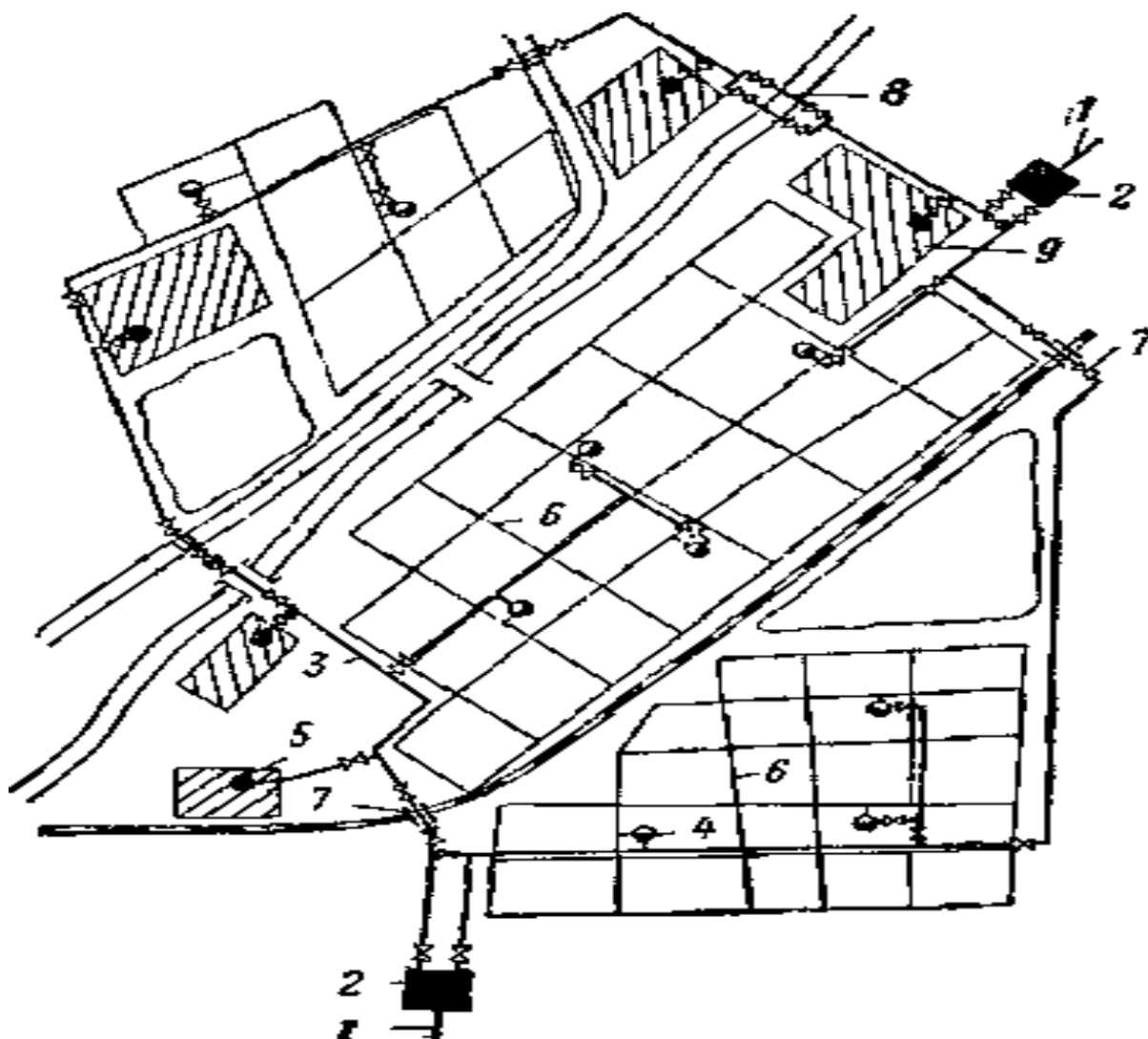


Рис 2.2 - Двухступенчатая система газоснабжения

1 — магистральные газопроводы; 2 — ГРС; 3 — газопроводы среднего или высокого (до 0,6 МПа) давления; 4 — сетевые ГРС; 5 — объектовые ГРС; 6 — сеть низкого давления; 7 — переход газопровода через железную дорогу в футляре; 8 — подводный дюкер; 9 — промышленные предприятия

На рис. 2.2 показана двухступенчатая система газоснабжения, характерная для средних городов. Основные газопроводы выполнены высоким давлением и закольцованы. Газ подают в город по двум магистральным газопроводам через ГРС. В качестве аккумулирующих емкостей используют концевые участки магистральных газопроводов.

Жилые дома и мелкие потребители получают газ от кольцевой сети низкого давления. На газопроводах среднего давления перед ГРП установлены отключающие устройства. Пересечение газопроводом железнодорожных путей осуществлено в футляре, а пересечение рек — дюкером, проложенным по дну реки. По мосту газопроводы проложены в две нитки.

Системы газоснабжения малых городов и поселков обычно бывают двухступенчатыми. Распределительные сети низкого давления в зависимости от характера планировки жилых массивов и плотности населения выполняют из газопроводов, прокладываемых по проездам и улицам почти со сплошным кольцеванием, или из газопроводов, которые прокладывают преимущественно внутри кварталов с кольцеванием только основных линий.

Первая схема характерна для районов города со старой планировкой, когда кварталы имеют сплошную застройку по периметру и состоят из отдельных замкнутых владений. В этом случае газопроводы прокладывают по каждой улице, переулку и проезду; пересекаясь между собой, они образуют кольца. От уличных газопроводов в каждое владение идут вводы.

Вторая схема свойственна городским районам с новой планировкой. В этом случае жилые здания располагают равномерно по всей площади кварталов с соблюдением необходимых разрывов, а отдельные кварталы группируют в жилые массивы. При такой планировке микрорайонов внутри кварталов преимущественно прокладывают разветвленные тупиковые сети. Закольцовывать целесообразно только основные линии, так чтобы получить единую сеть с несколькими точками питания, число которых равно числу ГРП.

К газораспределительным сетям низкого давления потребителей присоединяют непосредственно. Количество ГРП, питающих сеть низкого

давления, определяют технико-экономическим расчетом. Газорегуляторные пункты располагают в центрах зон, которые они питают. Зона действия одного ГРП не должна перекрывать зону действия другого.

Трассы газопроводов проектируют, выбирая кратчайший путь транспортирования газа, что обеспечивает минимальную протяженность сети. Точки встречи потоков газа намечают на границах зон соседних ГРП, причем их следует располагать таким образом, чтобы возможность возвратного движения газа к ГРП была исключена.

Распределительные сети низкого давления состоят из основных, кольцевых и тупиковых газопроводов и абонентских ответвлений. Основные газопроводы проектируют при разработке технического проекта, а ответвления —при рабочем проектировании. Плотность основных газопроводов принимают такой, чтобы длина абонентских ответвлений до вводов в здания была не более 100 м.

В городах и поселках, имеющих большую разность геодезических отметок, т.е. расположенных в холмистой и гористой местностях, при расположении ГРП и трассировке газопроводов необходимо учитывать гидростатическое давление. Если используемый газ легче воздуха, ГРП и основные линии распределительных газопроводов следует прокладывать по проездам с наименьшими геодезическими отметками.

2.1.6. Трубы, запорная арматура и оборудование газопроводов

Для сооружения распределительных (городских и промышленных) и внутридомовых газопроводов используют трубы, изготавливаемые из хорошо сваривающихся малоуглеродистых и низколегированных сталей. Максимальное содержание углерода в стали не должно превышать 0,25—0,27%. Применяют спокойные марленовские стали, которые обладают необходимой хладостойкостью.

Для изготовления труб используют углеродистые стали марки 2, 3 и 4 по группе В, состав и механические свойства которых должны соответствовать ГОСТ 380—94, или стали марки 10, 15 и 20 группы I по ГОСТ 1050—60*. Предел текучести указанных сталей находится в пределах 210—270 МПа,

временное сопротивление разрыву 340—540 МПа, а относительное удлинение Δ не менее 24—32%. Из низколегированных используют стали 17ГС и 16ГН.

Для газопроводов используют электросварные и бесшовные трубы (см. СНиП I-Г.9-66 и СНиП I-Г.8-66). Водогазопроводные трубы по ГОСТ 3262—75 можно использовать только для газопроводов низкого давления.

Трубы подвергают гидравлическим испытаниям на заводах-изготовителях.

Минимальный условный диаметр для распределительных газопроводов принимают равным 50 мм, а для ответвлений к потребителям — 25 мм. Толщина стенки трубы для подземных газопроводов должна быть не менее 3 мм, а для надземных — не менее 2 мм.

Толщина стенок труб для подводных переходов должна быть на 2 мм больше расчетной, но не менее 5 мм. Для их строительства следует использовать длинномерные сварные трубы. Соединение труб осуществляют сваркой.

Для наружных газопроводов фланцевые соединения возможно предусматривать в местах установки задвижек, кранов и другой арматуры. Для уплотнения применяют паронит, резину и другие материалы в соответствии со СНиП I-Г.9-66. Резьбовые соединения допустимы при установке кранов, пробок и муфт на гидрозатворах и сборниках конденсата, на надземных вводах газопроводов низкого давления в местах установки отключающих устройств и для присоединения контрольно-измерительных приборов.

На внутренних газопроводах резьбовые и фланцевые соединения устраивают в местах установки арматуры, газовых приборов и другого оборудования. Кроме указанных выше случаев резьбовые соединения могут быть применены при монтаже газопроводов низкого и среднего давлений с помощью узлов, изготовленных на заводах - изготовителях. Разборные резьбовые соединения газопроводов должны быть доступны для осмотра и ремонта.

Отечественная промышленность выпускает пластмассовые трубы (винипластовые и полиэтиленовые), которые используют для строительства заводских технологических трубопроводов, транспортирующих агрессивные продукты, в сельскохозяйственных оросительных и ирригационных системах и в некоторых других отраслях народного хозяйства.

В городских сетях газоснабжения полиэтиленовые трубы успешно применяют при замене изношенных стальных газопроводов.

В результате научно-исследовательских и конструкторских работ изучены свойства и характеристики полиэтиленовых труб, разработаны способы их соединения и технология монтажа.

Полиэтилен — это высокомолекулярный продукт полимеризации этилена. Полиэтиленовые трубы также получают непрерывным выдавливанием на экструдерах. Трубы выпускают на давление 0,25; 0,6 и 1,2 МПа с условными диаметрами 6—300 мм и длиной 6—12 м. Трубы, диаметром 40 и 50 мм изготавливают длиной 25 м и поставляют свернутыми в бурты.

Основными достоинствами полиэтиленовых труб являются их высокая коррозионная стойкость, малый вес, легкая обработка труб и меньшее, чем у стальных, гидравлическое сопротивление (примерно на 20%). Вместе с тем полиэтиленовые трубы характеризуются меньшей механической прочностью, чем стальные (предел прочности при растяжении для полиэтиленовых труб 10—40 МПа, а для винипластовых — не менее 40 МПа); меньшей морозостойкостью и склонностью к старению, т. е. ухудшением физико-механических характеристик со временем. Температурные пределы применимости полиэтиленовых труб составляют от — 60 до +40°С, а винипластовые -- от 0 до 45° С.

Из приведенных данных следует, что при строительстве газопроводов из пластмассовых труб следует строго соблюдать необходимый температурный режим, особенно при использовании винипластовых труб.

Для соединения полиэтиленовых труб применяют контактную сварку встык или вразруб. Соединяемые поверхности нагревают примерно до 200° С, после чего нагревательный элемент удаляют, а концы труб сближают и осаживают под давлением. Винипластовые трубы сваривают и склеивают.

Запорные устройства. В качестве запорных устройств на газопроводах применяют краны и задвижки. Вентили из-за больших потерь давления нашли ограниченное применение. Их применяют только для газопроводов небольших диаметров при высоких давлениях газа, когда гидравлическое сопротивление запорного устройства не имеет существенного значения.

Для газопроводов низкого давления в качестве отключающих устройств находят применение гидравлические затворы.

Краны обеспечивают большую герметичность отключения чем задвижки. Они являются надежными и быстродействующими устройствами. Вместе с тем с помощью кранов трудно обеспечить плавное регулирование потока газа.

Задвижки имеют преимущество в плавной регулировке подачи газа, но недостаточно герметичны. Негерметичность задвижек объясняется тем, что поток газа постоянно омывает притертые поверхности и эрозирует их, образуя различного рода неровности. Кроме того, в нижней части корпуса задвижки, под затвором, могут скапливаться различные твердые частицы, пыль и грязь, что препятствует ее плотному закрытию.

Учитывая изложенное, применение в качестве отключающих устройств кранов является предпочтительным. Краны широко применяют для газопроводов малых диаметров. Их используют как для отключения газопроводов, так и для регулирования потока газа, поступающего к горелкам.

В зависимости от способа герметизации краны разделяют на натяжные и сальниковые. У натяжных кранов пробка прижимается к корпусу усилием, создаваемым гайкой, навинченной на хвостовик. У сальниковых кранов пробка прижимается давлением сальниковой буксы.

Краны изготовляют из бронзы, латуни и чугуна. Бронзовые и латунные краны устанавливают там, где в процессе эксплуатации ими приходится часто пользоваться. Чугунные и комбинированные краны используют при редком пользовании ими. Сальниковые краны применяют на промышленных газопроводах.

В зависимости от способа присоединения краны разделяют на муфтовые, цапковые и фланцевые. Для возможности демонтажа муфтовых кранов на газопроводах устанавливают сгоны. Краны имеют диаметры условных проходов от 15 до 100 мм. Их рассчитывают на рабочее давление 0,01—0,6 МПа.

Для надземных и подземных газопроводов применяют краны со смазкой, чугунные — при рабочем давлении до 0,6 МПа и стальные — при большом давлении (до 6,4 МПа). Смазка обеспечивает герметичность затвора, повышает сопротивление коррозии, уменьшает износ уплотнительных поверхностей и об-

легчает вращение пробки. Смазку закладывают в канал, расположенный в хвостовике пробки. При ввертывании нажимного болта смазка поступает в специальные канавки, имеющиеся в пробке, и равномерно смазывает все уплотнительные поверхности.

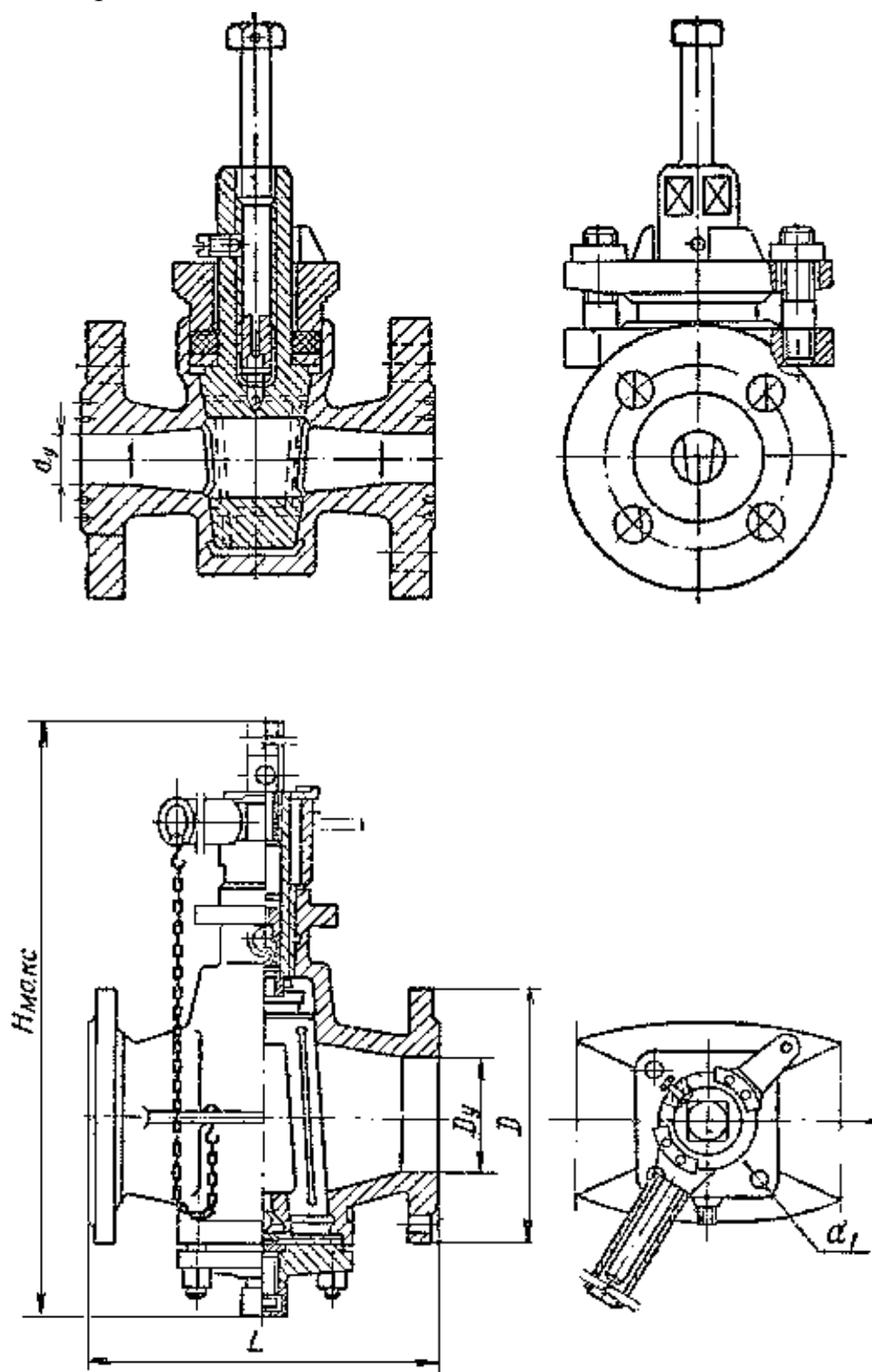


Рис. 2.3 - Кран чугунный со смазкой фланцевый и кран проходной КСР на расчетное давление $P_y=1,6$ МПа

На рис. 2.3 показан чугунный фланцевый кран со смазкой. Такие краны изготавливают диаметром 25—100 мм. Они являются герметичными отключающими устройствами для городских и внутриобъектовых газопроводов.

Стальные краны типа КС (рис. 2.3) предназначены для установки на газопроводах и нефтепроводах. Они рассчитаны на давление 1,6; 4 и 6,4 МПа. Их выпускают в двух модификациях: с ручным приводом (КСР) диаметром 50—80 мм и с пневмоприводом (КСП) диаметром 50—100 мм.

2.1.7. Устройство подземных газопроводов

Подземные газопроводы прокладывают под городскими проездами. Рекомендуется предусматривать прокладку газопроводов в технической зоне или полосе зеленых насаждений. Газопроводы высокого давления следует прокладывать в районах с малой плотностью застройки и по проездам с малой насыщенностью другими подземными коммуникациями.

При пересечении железных и шоссейных дорог, коллекторов и колодцев, при необходимости прокладки газопроводов в непосредственной близости от жилых и общественных зданий или на малой глубине ставят футляры. Их используют также при производстве работ закрытым способом. В этом случае футляр предварительно продавливают через грунт и укладывают в него газопровод.

Прокладывать газопроводы параллельно путям электрифицированных железных дорог на расстоянии менее 50—60 м не рекомендуется.

Расстояние от газопровода до стенок колодцев и камер подземных сооружений должно быть не менее 0,3 м, а газопровод вблизи этих сооружений должен быть выполнен из бесшовных труб и не иметь сварных стыков.

При пересечении газопроводами различных подземных коммуникаций расстояние между ними по вертикали в свету должно быть не менее 150 мм, а между газопроводом и электрокабелем или бронированным телефонным кабелем — не менее 0,5 м.

Арматуру, устанавливаемую на газопроводах, следует располагать не ближе 2 м от края пересекаемых коммуникаций и сооружений.

Газопроводы низкого давления (до 5000 Па) можно прокладывать в подземных коллекторах совместно с другими коммуникациями (при выполнении требований СН 338-65). Их можно прокладывать также в полупроходных каналах между жилыми и общественными зданиями (в «сцепках» для совместной прокладки инженерных сетей). Проходные и полупроходные каналы должны быть оборудованы постоянно действующей естественной вентиляцией. Прокладка газопроводов в непроходных каналах совместно с другими трубопроводами и кабелями недопустима.

При прокладке нескольких газопроводов в одной траншее расстояние между ними в свету должно быть не менее 0,4 м при диаметре труб до 300 мм и не менее 0,5 м при диаметрах более 300 мм.

При транспортировании осушенного газа газопроводы можно прокладывать в зоне промерзания при условии, что грунты слабопучинистые или непучинистые. Глубина заложения газопровода на проездах с усовершенствованным покрытием (асфальтобетонным, бетонным и др.) должна быть не менее 0,8 м, а на участках без усовершенствованных покрытий — не менее 0,9 м до верха трубы. В местах, где нет движения транспорта, она может быть уменьшена до 0,6 м.

Газопроводы, транспортирующие влажный газ, укладывают ниже средней глубины промерзания грунта с уклоном не менее 0,002 и установкой конденсато-сборников в низших точках.

2.1.8. Устройство надземных газопроводов

Надземную прокладку газопроводов производят по наружным несгораемым стенам жилых, общественных и промышленных зданий, несгораемым покрытиям зданий, отдельно стоящим колоннам и эстакадам. По стенам жилых и общественных зданий допустима прокладка газопроводов с давлением не более 0,3 МПа. Газопроводы высокого давления можно прокладывать только по глухим стенам или над окнами верхних этажей производственных зданий. Газопроводы, проложенные по стенам здания, не должны нарушать архитектуру его фасада. Высоту прокладки принимают

такой, чтобы газопроводы были доступны для осмотра и ремонта и исключена возможность их повреждения.

Надземная прокладка внутриквартальных (дворовых) газопроводов на опорах и по фасадам зданий возможна при условии согласования с органами архитектурного надзора.

Минимальные расстояния от газопроводов, проложенных на опорах, до соседних зданий и сооружений лимитированы СНиП II-Г.13-66 и изменяются в пределах от 1 до 10м.

При пересечении надземных газопроводов с воздушными линиями электропередач они должны проходить ниже линий электропередач. На газопроводе должны быть предусмотрены ограждения для защиты от падения на него электропровода. Расстояние между газопроводом и линиями электропередач, а также размеры ограждения принимают по СНиП.

Возможна прокладка газопроводов на опорах и эстакадах совместно с трубопроводами другого назначения при условии обеспечения свободного осмотра и ремонта каждого из трубопроводов. Расстояния между газопроводом и трубопроводами при их совместной прокладке и пересечении принимают от 100 до 300 мм в зависимости от диаметра. Совместная прокладка газопроводов с электролиниями недопустима, кроме электролиний, проложенных в стальных трубах и с бронированными кабелями.

Газопроводы, транспортирующие осушенный газ, можно прокладывать без уклонов. При транспортировании влажного газа газопроводы следует прокладывать с уклоном не менее 0,003, а в низших точках предусматривать устройства для удаления конденсата (дренажные штуцера). Трубы и арматуру следует покрывать тепловой изоляцией.

Надземные газопроводы следует проектировать с учетом компенсации температурных удлинений по фактически возможным температурным условиям. Если продольные деформации нельзя компенсировать за счет изгибов газопровода, предусмотренных схемой (за счет самокомпенсации), тогда следует устанавливать, линзовые или П-образные компенсаторы. Сальниковые компенсаторы на газопроводах устанавливать нельзя. Назначение

и устройство П-образных и сальниковых компенсаторов изложено ниже в разделе 2.2.3.

Величину пролета между опорами стальных газопроводов, транспортирующих осушенный газ, определяют из условий прочности многопролетной балочной системы, с учетом нагрузки от собственной массы, массы транспортируемого газа, снега или обледенения трубы, а также от воздействия внутреннего давления, ветрового давления, температуры и др.

Для газопроводов, транспортирующих влажный газ, величину пролета между опорами определяют из условий прогиба газопровода, который должен быть не более $0,02 D$.

Методику расчета принимают такую же, как и для магистральных газопроводов.

2.1.9. Переходы газопроводов через естественные и искусственные препятствия

Переходы газопроводов через реки, каналы и другие водные преграды осуществляют подводным способом (дюкерами) и надводным (по мостам, эстакадам и др.) (см. рис. 2.16, 2.17, 2.15). Подводные переходы газопроводов выполняют в две нитки с пропускной способностью каждой 0,75% от расчетного расхода газа. В одну нитку дюкер можно проектировать для закольцованных газопроводов, если при его отключении будет обеспечено снабжение потребителей газом, а также при ширине водной преграды до 50 м. Для тупиковых газопроводов к промышленным потребителям переход возможно прокладывать в одну нитку, если предприятия имеют резервное топливо,

Расстояние между дюкерами и мостами регламентируется СНиП и в зависимости от характера реки, типа моста и расположения дюкера выше или ниже моста оно должно составлять от 20 до 300 м. Расстояние между параллельными нитками перехода устанавливают исходя из гидрологических условий и условий производства работ по рытью подводных траншей. Эти расстояния должны быть не менее 30 м при диаметре труб до 500 мм и 40 м при

диаметре свыше 500 мм. При пересечении несудоходных рек и рек, не подверженных размыву, возможна укладка двух ниток в одну траншею, при этом расстояние между газопроводами должно быть не менее 0,5 м.

Глубина заложения газопровода в грунт на переходах через судоходные реки должна быть не менее 1 м, а через другие — не менее, 0,5 м, считая от уровня возможного размыва дна до верха трубы.

Подводные переходы следует выполнять из длинномерных труб и покрывать весьма усиленной изоляцией.

Для предотвращения всплытия газопровод, проложенный по дну реки или водоема, пригружают (балластируют) железобетонными грузами. При соответствующих условиях можно применять чугунные грузы.

Подводные газопроводы укладывают с уклоном в сторону конденсато-сборников, которые устанавливают на каждой нитке у одного из берегов. На обоих берегах перехода сооружают колодцы, в которых размещают задвижки. Вблизи каждого перехода устанавливают постоянные реперы.

Через водные преграды с неустойчивым руслом и берегами, с высокими скоростями (более 2 м/с) течения воды, через глубокие оврага и балки целесообразно осуществлять надземные переходы. Их устраивают в виде шпренгельных, арочных и висячих систем, а также в виде эстакад.

Газопроводы всех давлений нельзя прокладывать по железнодорожным мостам. Газопроводы давлением до 0,6 МПа можно прокладывать по несгораемым автогужевым и пешеходным мостам, а также по плотинам и другим гидротехническим сооружениям. Подвешиваемые к мостам газопроводы при $D_y < 400$ мм должны быть выполнены из стальных бесшовных труб и иметь компенсирующие устройства. Газовые трубы нельзя укладывать в каналах мостов. Газопроводы, подвешиваемые к мостам, следует располагать так, чтобы была исключена возможность скопления газа в конструкциях моста.

Газопроводные переходы через железнодорожные, трамвайные пути и автомобильные дороги бывают подземные и надземные. При подземных переходах газопроводы укладывают в футляры, концы которых выводят за

подошву насыпи не менее чем на 3 м от крайних рельсов железнодорожных путей и не менее 2 м от крайних рельсов трамвайных путей или края проезжей части автомобильной дороги. Диаметр футляра принимают не менее чем на 100 мм больше диаметра газопровода (для труб диаметром до 200 мм) и не менее чем на 200 мм (для труб диаметром свыше 200 мм).

Газопровод в пределах футляра должен иметь минимальное количество сварных стыков, весьма усиленную изоляцию и центрирующие диэлектрические прокладки. Все сварные стыки в пределах футляра необходимо проверять физическими методами контроля, концы футляра уплотнять, а на одном из них устанавливать контрольную трубу, выведенную под ковер.

Глубина укладки газопровода под магистральными железнодорожными путями должна быть не менее 1,5 м, считая от подошвы шпалы до верха футляра. Под трамвайными путями и железнодорожными ветками промышленных предприятий, а также под автомобильными дорогами глубину укладки следует принимать не менее 1 м.

Высоту надземного перехода определяют с учетом обеспечения свободного передвижения транспорта и прохода людей. Так, в непроезжей части территории в местах прохода людей высота прокладки должна быть 2,2 м, в местах пересечения автомобильных дорог — 4,5 м, а при пересечении трамвайных и железнодорожных путей 5,6—7,1 м.

При пересечении газопроводами с давлением до 0,6 МПа коллекторов, колодцев и туннелей их укладывают также в футляры, покрытые противокоррозионной изоляцией. Концы футляров уплотняют и выводят не менее чем на 0,5 м за стенки сооружений. Пересечения газопроводов с давлением более 0,6 МПа с указанными сооружениями не допускают.

2.1.10. Установка отключающих устройств

Отключающие устройства на газопроводах устанавливают в следующих местах:

- на распределительных газопроводах низкого давления для отключения отдельных микрорайонов и газопроводах среднего и высокого давления для отключения отдельных участков;

- на ответвлениях от распределительных газопроводов всех давлений к предприятиям и группам жилых и общественных зданий;
- отключающие устройства на ответвлениях от распределительных газопроводов устанавливают вне территории объекта ближе к распределительному газопроводу и не ближе 2 м от линии застройки, стены здания или ограждения; их устанавливают в удобном и доступном для обслуживания месте;
- на вводе и выводах газопроводов из ГРП на расстоянии от ГРП не ближе 5 м и не далее 100 м. Для газорегуляторных пунктов, размещаемых в пристройках к зданиям, а также в шкафах, возможна установка отключающего устройства на наружном надземном газопроводе в удобном для обслуживания месте на расстоянии менее 5 м от ГРП;
- при пересечении газопроводами водных преград, железнодорожных путей и магистральных автомобильных дорог;
- при прокладке газопроводов в коллекторах (на входе, а при кольцевых сетях и при выходе из него);
- на вводах газопроводов в отдельные жилые, общественные и производственные здания.

На подземных газопроводах отключающие устройства следует устанавливать в колодцах с линзовыми компенсаторами. На газопроводах малого диаметра ($D_y < 100$ мм) лучше применять гнутые или сварные П-образные компенсаторы (см. рис. 2.21, 2.22, 2.23, 2.24).

Участки закольцованных распределительных газопроводов, проходящие по территории предприятий, должны иметь отключающие устройства вне их территории. При тупиковом газопроводе достаточна установка одного отключающего устройства перед территорией предприятия.

2.1.11. Защита газопроводов от коррозии

В зависимости от состава газа, материала, трубопровода, условий прокладки и физико-механических свойств грунта газопроводы подвержены в той или иной степени внутренней и внешней коррозии. Коррозия внутренних поверхностей труб зависит от свойств газа. Она зависит от повышенного содержания в газе кислорода, влаги, сероводорода и других агрессивных соединений. Борьба с внутренней коррозией сводится к удалению из газа агрессивных соединений, т. е. к хорошей его очистке.

Значительно сложнее бороться с коррозией внешних поверхностей труб, уложенных в грунт, т. е. с почвенной коррозией. Почвенную коррозию по своей природе разделяют на химическую, электрохимическую и электрическую (коррозию блуждающими токами).

Химическая коррозия возникает от действия на металл различных газов и жидких неэлектролитов. Она не сопровождается превращением химической энергии в электрическую. При действии на металл химических соединений на его поверхности образуется пленка, состоящая из продуктов коррозии. Если образующаяся пленка не растворяется, имеет достаточную плотность и эластичность, а также хорошо сцеплена с металлом, то коррозия будет замедляться и при определенной толщине пленки может прекратиться.

Химическая коррозия является сплошной коррозией, при которой толщина стенки трубы уменьшается равномерно. Такой процесс является менее опасным с точки зрения сквозного повреждения труб.

Коррозия металла в грунте имеет преимущественно электрохимическую природу. Электрохимическая коррозия является результатом взаимодействия металла, который выполняет роль электродов, с агрессивными растворами грунта, выполняющими роль электролита.

Процесс электрохимической коррозии можно представить следующим образом.

Металл, обладая определенной упругостью растворения, при соприкосновении с грунтом посылает в него свои положительно заряженные ионы. Электроны остаются в металле, и он приобретает отрицательный потенциал, а грунт (электролит) заряжается положительно, так как в нем накапливаются положительные ионы. В силу физико-химической неоднородности металла и грунта вблизи участков, где протекает процесс растворения металла, т. е. обладающих большей упругостью растворения, располагаются участки, характеризующиеся меньшей упругостью растворения. Первые становятся анодными зонами, а вторые — катодными. Катодный участок газопровода приобретает положительный потенциал по отношению к аноду. Электроны перетекают от анода к катоду по металлу

трубопровода. В грунте происходит перемещение ионов: катионов (заряженных положительно) — к катоду, анионов (заряженных отрицательно) — к аноду.

Электрохимическая неоднородность расположенных рядом участков газопровода выявляется в их различных электродных потенциалах: Участки металла, обладающие отрицательными электродными потенциалами, будут становиться анодами. Металл корродирует в анодных зонах и участках, так как в этих зонах и участках ионы металла выходят в грунт.

Рассмотренный процесс электрохимической коррозии представляет собой работу гальванической пары. В реальных условиях коррозия протекает значительно сложнее, так как на основной процесс накладывается ряд других физико-химических процессов.

Потенциал металла по отношению к грунту зависит не только от его физико-химических свойств, но и от свойств грунта. Вследствие неоднородности грунта также возникают гальванические пары. Физико-химическая неоднородность близко расположенных участков металла приводит к образованию микропар. Если газопровод проходит через участки грунта, резко отличающиеся по своим свойствам друг от друга, то возникают гальванические элементы очень большой длины — в сотни и даже тысячи метров (макропары).

Электрохимическая коррозия имеет характер местной коррозии, т.е. такой, когда на газопроводах возникают местные язвы и каверны большой глубины, которые могут развиваться в сквозные отверстия в стенке трубы. Местная коррозия, значительно опаснее сплошной коррозии.

Электрохимическая коррозия возникает также при воздействии на газопровод электрического тока, который движется в грунте. В грунт токи попадают в результате утечек из рельсов электрифицированного транспорта — их называют блуждающими. Коррозию, возникающую под действием блуждающих токов, называют электрической в отличие от электрохимической — гальванокоррозии.

Блуждающие токи, стекая с рельсов в грунт, движутся по направлению к отрицательному полюсу тяговой подстанции. В местах, где повреждена изоляция, они попадают на газопровод. Вблизи тяговой подстанции токи выходят из

газопровода в грунт в виде положительных ионов металла. Начинается электролиз металла. Участки выхода тока из газопровода представляют собой анодные зоны, в которых протекает активный процесс электрокоррозии. Зоны входа постоянного тока в газопровод называют катодными. Электрическая коррозия блуждающими токами во много раз опаснее электрохимической коррозии. В городских условиях это наиболее распространенный вид коррозии.

Коррозионная активность грунта зависит от структуры, влажности, воздухопроницаемости, наличия солей и кислот, а также от электропроводности. Сухие грунты менее активно воздействуют на металл, чем влажные. С увеличением влажности грунта первоначально увеличивается и его коррозионность. Наибольшую степень коррозионности имеет грунт при влажности 11—13%. Увеличение влажности свыше 20—24% приводит к снижению интенсивности коррозии. В водонасыщенных грунтах интенсивность коррозии будет минимальной, если вода, насыщающая грунт, сама не является агрессивной по отношению к металлу. При переменной влажности, когда возникают условия совместного воздействия влаги и кислорода, создается наиболее благоприятная среда для коррозии металла.

Городские грунты, засоренные сточными водами, имеющие разнородную структуру и включения различных предметов, являются коррозионноактивными. Заболоченные участки, торфянистые влажные почвы, участки грунта, находившиеся под отвалами шлаков, засоленные почвы также являются коррозионноактивными. Чистые пески менее опасны в коррозионном отношении.

Существующие методы защиты газопроводов от коррозии можно разделить на две группы:

- пассивные;
- активные.

Пассивные методы защиты заключаются в изоляции газопровода. К активным относятся электрические методы защиты.

К изоляционным материалам, используемым для защиты газопроводов, предъявляют ряд требований, основные из которых следующие:

- монолитность покрытия;
- водонепроницаемость;
- хорошее прилипание к металлу;
- химическая стойкость в грунтах;
- высокая механическая прочность (при переменных температурах);
- обладание диэлектрическими свойствами.

Изоляционные материалы не должны быть дефицитными.

Наиболее распространенными изоляционными материалами являются битумно-минеральные и битумно-резиновые мастики. В первом случае в качестве заполнителя к битуму добавляют хорошо измельченные доломитизированные или асфальтовые известняки, асбест или обогащенный каолин, во втором — резиновую крошку, изготовленную из амортизированных покрышек. Битумно-резиновая мастика обладает несколько большей прочностью, эластичностью и долговечностью.

Для усиления изоляции применяют армирующие обертки из гидроизола, бризола или стекловолокнутого материала. Гидроизол представляет собой толстую бумагу из асбеста с добавлением 15—20% целлюлозы, пропитанную нефтяным битумом. Бризол готовят на основе битума и дробленой старой вулканизированной резины.

Изоляцию газопровода производят в такой последовательности.

Трубу очищают стальными щетками до металлического блеска и обезжиривают. После этого на нее накладывают грунтовку толщиной 0,1 — 0,15 мм. Грунтовка представляет нефтяной битум, разведенный в бензине в отношении 1:2 или 1:3. Когда грунтовка высохнет, на трубопровод накладывают горячую (160—180⁰С) битумную эмаль. Эмаль накладывают в несколько слоев в зависимости от требований, предъявляемых к изоляции. Снаружи трубу обертывают крафт-бумагой. В современных условиях все работы по изоляции труб механизировать.

В зависимости от числа нанесенных слоев эмали и усиливающих оберток изоляция бывает следующих типов: нормальная, усиленная и весьма усиленная. Нормальную изоляцию применяют при низкой коррозионности грунта,

усиленную — при средней, в остальных случаях используют весьма усиленную изоляцию.

Для защиты газопроводов применяют также пластмассовые, пленочные материалы (ленты), покрытые подклеивающим слоем. Поливинилхлоридные и полиэтиленовые ленты выпускают толщиной 0,3—0,4 мм, шириной 100—500 мм и длиной 100—150 м, намотанные в рулоны.

Трубы очищают, покрывают грунтовкой, представляющей собой клей, растворенный в бензине, после чего обертывают изоляционной лентой. Для обертки труб используют специальные машины.

К активным методам защиты относят катодную и протекторную защиту и электрический дренаж. Основным методом защиты газопроводов от блуждающих токов является электрический дренаж. Он заключается в отводе токов, попавших на газопровод, обратно к источнику. Отвод осуществляется через изолированный проводник, соединяющий газопровод с рельсом электрифицированного транспорта или минусовой шиной тяговой подстанции.

2.2. Способы прокладки инженерных коммуникаций

2.2.1. Подземные и надземные способы прокладки

Для строительства, проектирования, монтажа и эксплуатации городских и промышленных объектов требуются точные данные о размещении в плане и по высоте всего комплекса инженерных коммуникаций с указанием их технических характеристик. Это вызывает необходимость проведения большого объема инженерно-геодезических работ по съемке и составлению планов инженерных коммуникаций.

Инженерные коммуникации - это линейные сооружения с технологическими устройствами на них, предназначенные для транспортирования жидкостей, газов и тепловой энергии в виде горячей воды или пара. Их можно разделить на две группы: подземные и надземные коммуникации. В качестве синонимов их также называют инженерными сетями, а отдельные коммуникации – трассами или прокладками.

Трубопроводы – это сети водопровода, канализации, газоснабжения, теплофикации, водостока, дренажа, нефте- и газопроводы и другие прокладки, предназначенные для транспортирования различного содержимого по трубам.

Надземная прокладка труб (на отдельно стоящих мачтах или эстакадах, на кронштейнах, заделываемых в стены здания) применяется на территориях промышленных предприятий, при сооружении тепловых сетей вне черты города, при пересечении оврагов и т.д. Надземная прокладка тепловых сетей рекомендуется преимущественно при высоком стоянии грунтовых вод (рис. 2.4, 2.5).

К надземным конструкциям относятся:

- балочные переходы;
- висячие и арочные конструкции;
- эстакады.

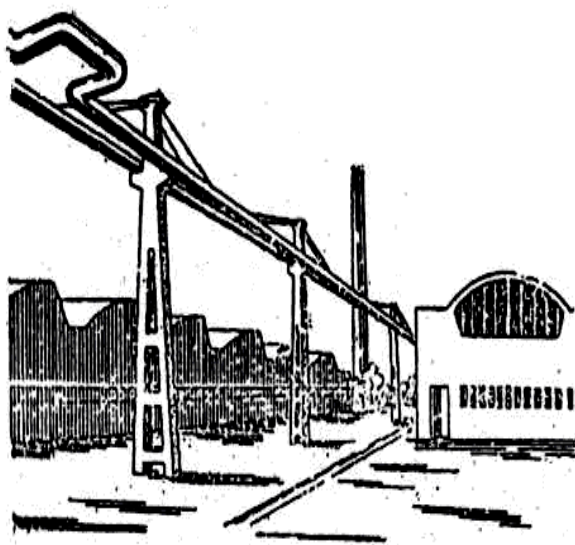


Рис. 2.4 - Теплотрасса, проложенная на мачтах

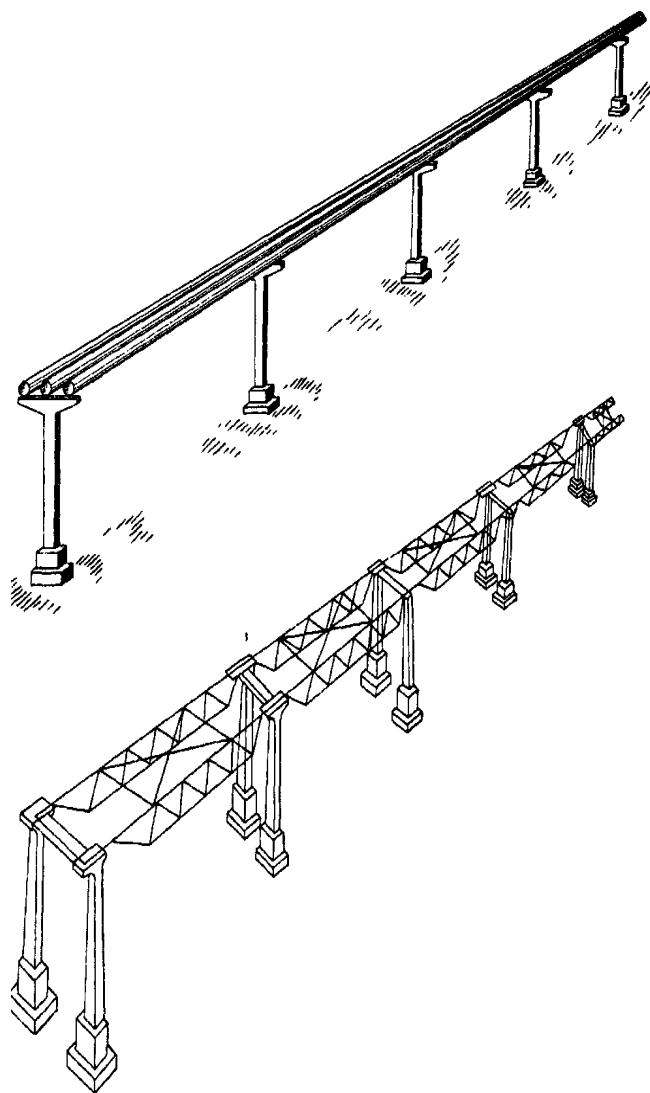


Рис 2.5 - Теплотрассы, проложенные на опорах и на эстакадах

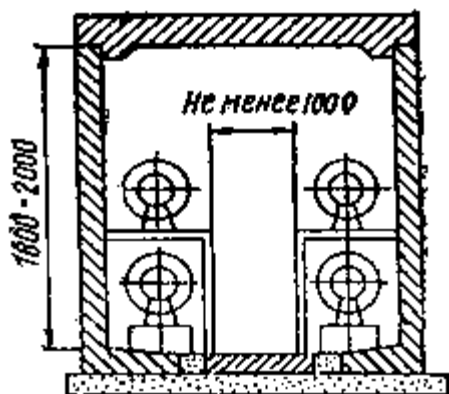


Рис 2.6 - Проходной канал из сборных железобетонных блоков

Преобладающим способом прокладки труб тепловых и газовых сетей является подземная прокладка: - в проходных каналах и коллекторах совместно с другими коммуникациями; в полу-проходных и непроходных каналах; бесканальная (в защитных оболочках различной формы и с засыпкой теплоизоляцией).

Наиболее совершенный, но и более дорогой способ представляет собой прокладку теплопроводов в проходных каналах (рис. 2.6), который применяется при нескольких теплопроводах больших диаметров. Основным преимуществом проходных каналов является постоянный доступ к трубопроводам. Проходные каналы позволяют заменять и добавлять трубопроводы, производить ревизию, ремонт и ликвидацию аварий на трубопроводах без разрушения дорожных покрытий и разрытия мостовых. Проходные каналы применяются обычно на выводах от теплоэлектроцентралей и на основных магистралях промплощадок крупных предприятий. В последнем случае в общем проходном канале прокладываются все трубопроводы производственного назначения (паропроводы, водоводы, трубопроводы сжатого воздуха).

В крупных городах целесообразно сооружать проходные каналы (коллекторы) под основными проездами до устройства на этих проездах усовершенствованных дорожных одежд. В таких коллекторах прокладываются большинство подземных городских коммуникаций: теплопроводы, водопроводы, силовые и осветительные кабели, кабели связи и др. (рис. 2.7).

Температура воздуха в проходных каналах не должна быть выше 50°C , а во время периодического осмотра и ремонта – не более 40°C . При более высокой температуре воздуха в каналах предусматривается естественная или механическая вентиляция. Для устройства вентиляции применяют вытяжные и приточные шахты. Приточные шахты располагают между вытяжными и по возможности объединяют с аварийными люками. Согласно правилам техники безопасности, проходные каналы должны иметь через каждые 300 м люки и низковольтное электрическое освещение.

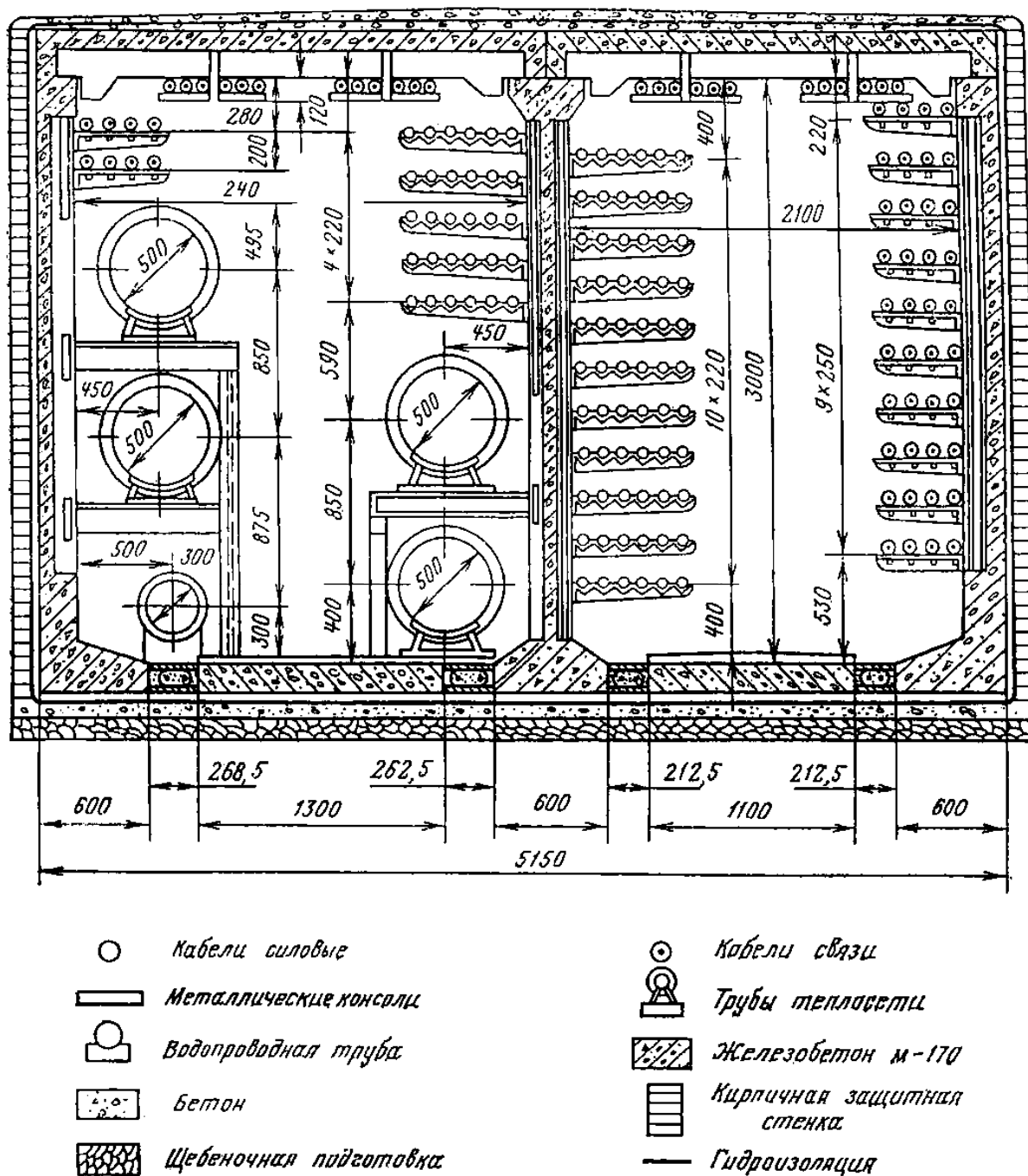


Рис. 2.7. - Двухсекционный коллектор для городских подземных коммуникаций

Рассмотрим прокладку трубопроводов в полупроходных каналах. Их строят под проездами с интенсивным уличным движением, под железнодорожными путями, при пересечении зданий, где затруднено вскрытие тепловодов для ремонта. Высота их обычно не превышает 1600 мм, ширина прохода между трубами 400–500 мм. В полупроходных каналах можно проводить осмотр трубопроводов и мелкий ремонт тепловой изоляции. Серьезный ремонт,

связанный со слесарными или сварочными работами, практически в полупроходных каналах проводить невозможно (рис. 2.8).

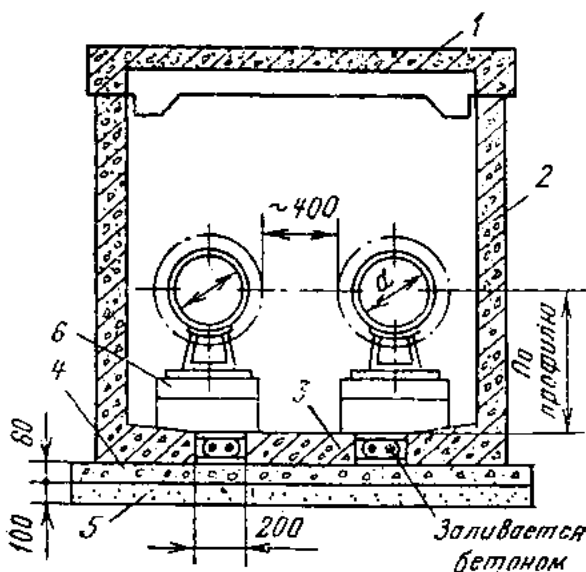


Рис. 2.8. - Сборный полупроходной канал из железобетонных блоков: 1 – ребристый блок перекрытия; 2 – стеновой блок; 3 – блок днища; 4 – бетонная подготовка; 5 – щебеночная подготовка; 6 – опорная плита

В практике централизованного теплоснабжения наиболее широко применяются непроходные каналы. Конструкции теплопроводов в непроходных каналах могут принципиально выполняться двух различных типов: с воздушным зазором между поверхностью изоляции и стенками канала (рис. 2.9) и без воздушного зазора (рис. 2.10). Первый тип канала выполняется из железобетонных коробчатых элементов, второй – из железобетонных полуцилиндров или цилиндров.

Наиболее часто применяют унифицированные коробчатые железо-бетонные элементы (серия ИС-01-04), из которых собираются непроходные каналы для теплопроводов с воздушным зазором разных размеров, шириной от 600 до 2100 мм и высотой от 300 до 1200 мм.

Следует отметить что в непроходных каналах дно должно находиться выше уровня грунтовых вод и должно иметь уклон не менее 0,002% .

На практике находят также применение бесканальные теплопроводы, которые по начальной стоимости и трудозатратам на сооружение значительно экономичнее теплопроводов в непроходных каналах и не уступают им по эксплуатационной надежности и долговечности.

Конструкции бесканальных теплопроводов можно разделить на 3 группы:

- в монолитных оболочках;
- засыпные;
- литые.

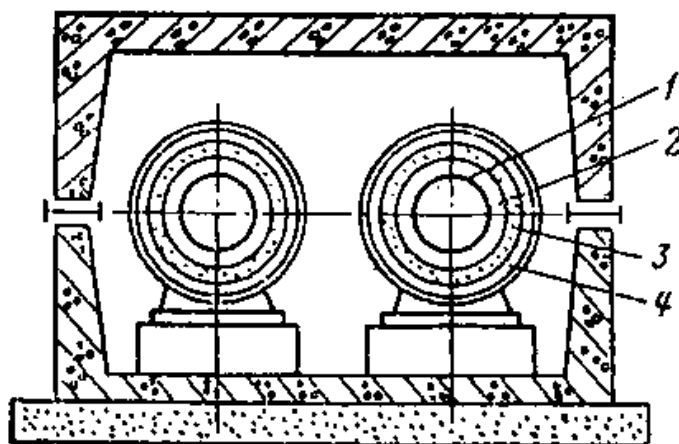


Рис. 2.9. - Теплопровод в непроходном канале с воздушным зазором:
1 – трубопровод; 2 – антикоррозионное покрытие; 3 – теплоизоляционный слой; 4 – защитно-механическое покрытие

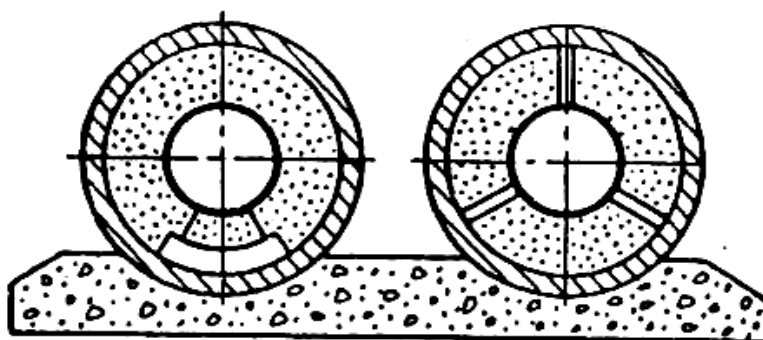


Рис. 2.10. - Теплопровод в непроходном канале без воздушного зазора.

При бесканальной прокладке теплопроводов тепловых сетей в грунтах с повышенной коррозионной активностью возникает опасность коррозии труб от блуждающих токов. Для защиты от электрокоррозии предусматривают мероприятия, исключающие проникание блуждающих токов к трубопроводам, либо устраивают так называемый электрический дренаж или катодную защиту.

Бесканальные теплопроводы в монолитных оболочках монтируют из отдельных звеньев, которые изготавливаются в заводских условиях. Отдельные звенья представляют собой трубы в монолитных оболочках длиной от 6 до 12 метров, которые доставляются с завода на место строительства, где производится их укладка в подготовленную траншею, затем производится сварка отдельных звеньев между собой и накладка изоляционного слоя на стыковое соединение.

Конструкция монолитной армопенобетонной изоляционной оболочки показана на рис. 2.11.

Одним из типов промышленных бесканальных теплопроводов в монолитных оболочках без адгезии (сцепления) к наружной поверхности трубы, получивших в последние годы широкое применение при диаметрах трубопроводов 500 мм и ниже, является теплопровод в битумоперлитной изоляции (рис. 2.12).

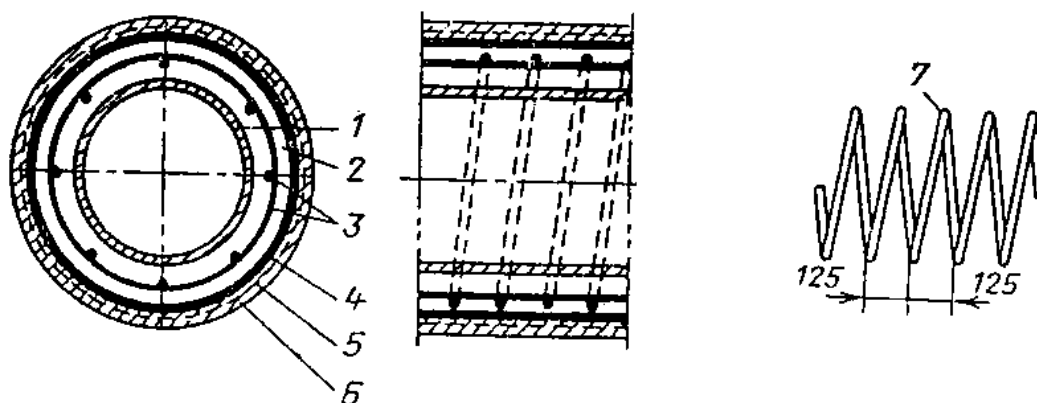


Рис. 2.11. - Монолитная армопенобетонная изоляционная оболочка
1 - труба; 2 - автоклавный пенобетон; 3 - арматура; 4 - гидрозащитное покрытие из трех слоев бризола на битумно-резиновой мастике; 5 - стальная тканная сетка; 6 - слой асбоцементной штукатурки толщиной 15-20 см; 7- деталь спирали

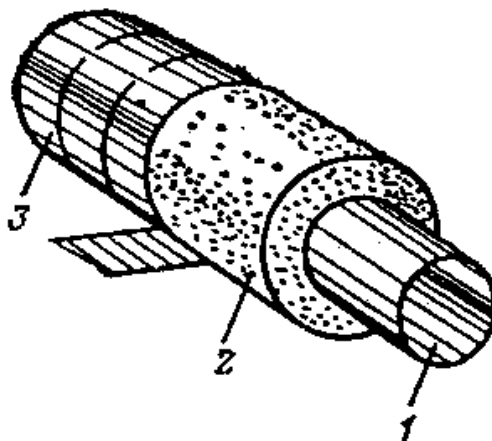


Рис. 2.12. - Монолитная битумоперлитная изоляция:
1 - теплопровод; 2 - битумоперлит по антикоррозионному покрытию; 3 - бризол в 2 слоя на битумной мастике или стеклоткань на жидком стекле

Рассмотрим конструкцию бесканальных теплопроводов в засыпных порошках.

Монтаж бесканальных теплопроводов в засыпных порошках состоит из двух основных операций:

а) засыпка труб в траншее порошкообразным асфальтоизолом;

б) нагрев труб теплопровода до температуры плавления асфальтоизола порядка $140 - 150^{\circ}\text{C}$ и поддержание этой температуры в течение 30 – 40 часов.

В результате нагрева непосредственно на поверхности трубы образуется плотный слой из расплавленного асфальтоизола, имеющий адгезию (сцепление) к наружной поверхности стального трубопровода и защищающий ее от увлажнения и коррозии.

За первым плотным слоем образуется второй спекшийся слой, который имеет пористую структуру и является основным теплоизоляционным слоем. Третий наружный порошкообразный неспекшийся слой асфальтоизола служит дополнительной тепло- и гидроизоляцией (рис. 2.13).

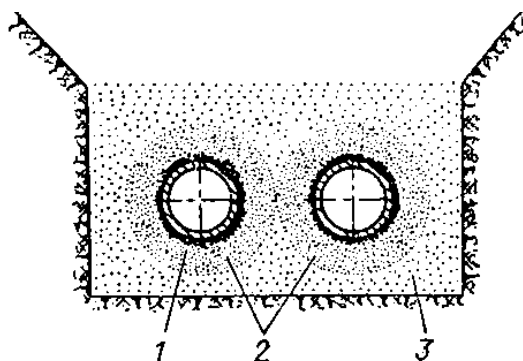


Рис. 2.13. - Разрез бесканального теплопровода в самоспекающемся асфальтоизоле:
1 – плотный слой; 2 – пористый слой; 3 – порошкообразный слой

При устройстве бесканальных теплопроводов в качестве тепловой изоляции применяют монолитный пенобетон, литой пенобетон, перлитобетон, пеносиликат, битумоперлит и др. Очень важным мероприятием является защита таких теплопроводов от коррозии. Как правило, выбор антикоррозионного покрытия обосновывается в проекте.

При бесканальной прокладке теплопроводов в грунтах с повышенной коррозионной активностью возникает опасность коррозии труб от блуждающих токов. Для защиты от электрокоррозии предусматривают мероприятия, исключающие проникание блуждающих токов к трубам, либо устраивают так называемый электрический дренаж или катодную защиту.

Из литых конструкций бесканальных теплопроводов применение получили теплопроводы в пенобетонном массиве (рис. 2.14). В качестве материала для сооружения таких теплопроводов может быть также использован перлитобетон. Смонтированные в траншее стальные трубопроводы заливаются жидкой компози-

цией, приготовленной непосредственно на трассе или доставленной в контейнере с производственной базы. После схватывания пенобетонный или перлитобетонный массив засыпается грунтом. Как известно, в двухтрубных тепловых сетях температурные режимы, а следовательно, и температурные деформации подающей и обратной линии не одинаковы. В этих случаях адгезия пенобетона к наружной поверхности стальных трубопроводов недопустима, так как это может привести к разрушению изоляционного массива. Для защиты наружной поверхности стальных трубопроводов от адгезии в изоляционном массиве они покрываются снаружи слоем антикоррозионного мастичного материала, например асфальтовой мастикой, до заливки жидким пенобетонным раствором.

Недостатком трубопроводов в заливном пенобетонном массиве является уязвимость в отношении их наружной коррозии.

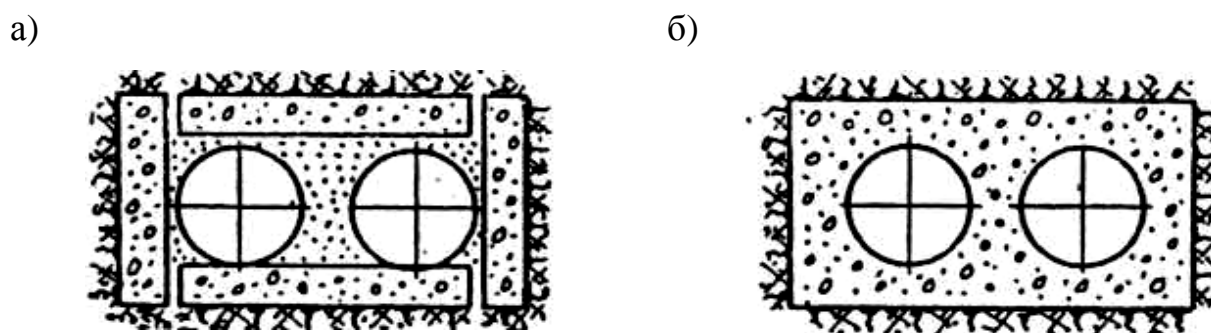


Рис. 2.14. - Разрез безканального теплопровода в литом пенобетонном массиве:
а) – сборно-литая конструкция; б) – литая конструкция.

2.2.2. Пересечение теплопроводами рек, железнодорожных путей и дорожных магистралей с усовершенствованным покрытием

Наиболее простым методом пересечения речных преград является прокладка теплопровода с помощью железнодорожных или автодорожных мостов или подвесных переходов (рис. 2.15).

Однако сооружение специальных мостов для тепло- и газопроводов при большой длине пролета стоит дорого. Кроме подвесных переходов, возможна прокладка трубопроводов по дну водного массива в специальном подводном дюкере.

На рисунке 2.16, 2.17 показана конструкция подводного дюкера, который был сооружен в 1949 году и проложен по дну Москвы - реки. Полностью сваренный дюкер длиной свыше 200 м. и диаметром 2,5 м. был опущен с поверхности в заранее подготовленное ложе на дне реки.

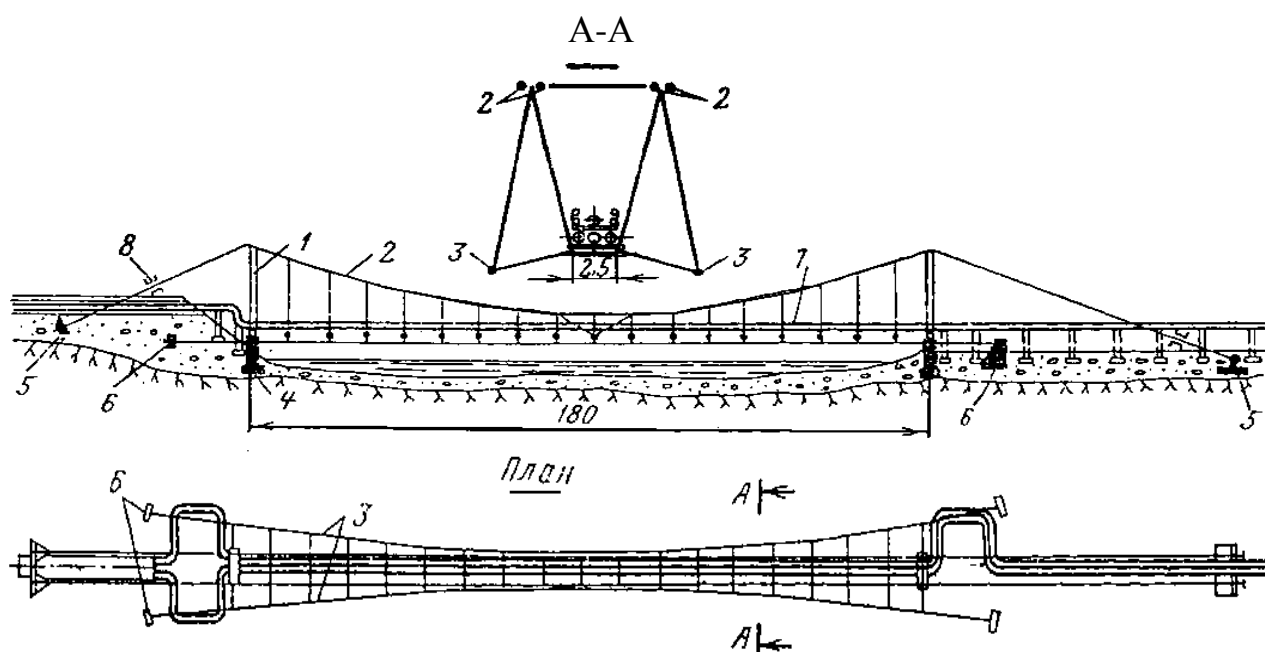


Рис. 2.15. - Подвесной переход теплопроводов через реку:

1 – пилон; 2 – несущие тросы; 3 – ветровые тросы; 4 – фундамент пилона; 5 – анкерная опора несущих тросов; 6 – анкерные опоры ветровых тросов; 7 – трубопроводы; 8 – натяжное устройство

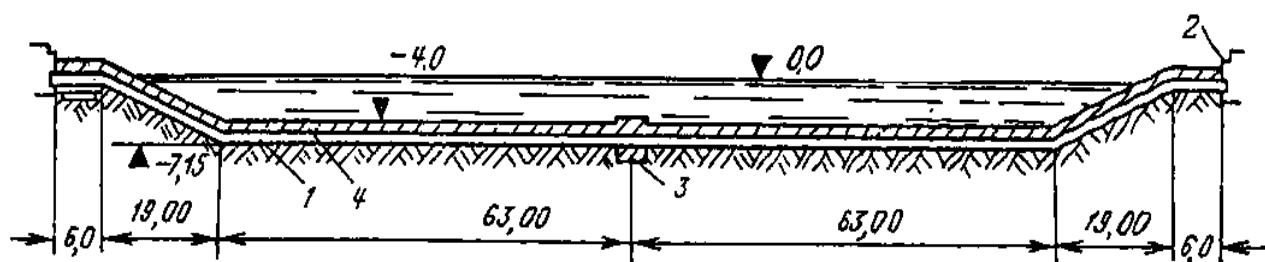


Рис. 2.16. - Трасса дюкера:

1 – дюкер; 2 – железобетонный колодец; 3 – бетонный массив; 4 – присыпка песком

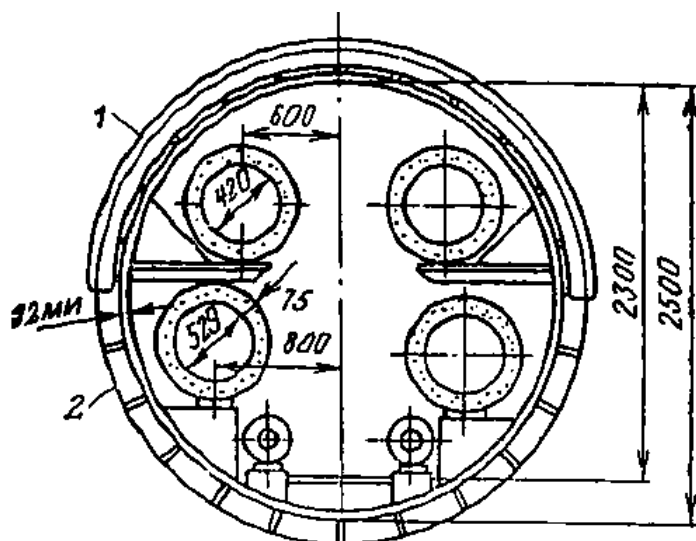


Рис. 2.17. - Поперечное сечение дюкера: 1 – пригрузочное кольцо; 2 – кольцо жесткости

Современное усовершенствованное покрытие автодорожных магистралей стоит дорого. Поэтому пересечение их вновь сооружаемыми теплопроводами производится обычно закрытым способом без вскрытия магистралей **методом щитовой проходки**. Такое сооружение производится с помощью щита, представляющего собой цилиндрическую сварную оболочку, выполненную из стального листа (рис 2.18, 2.19).

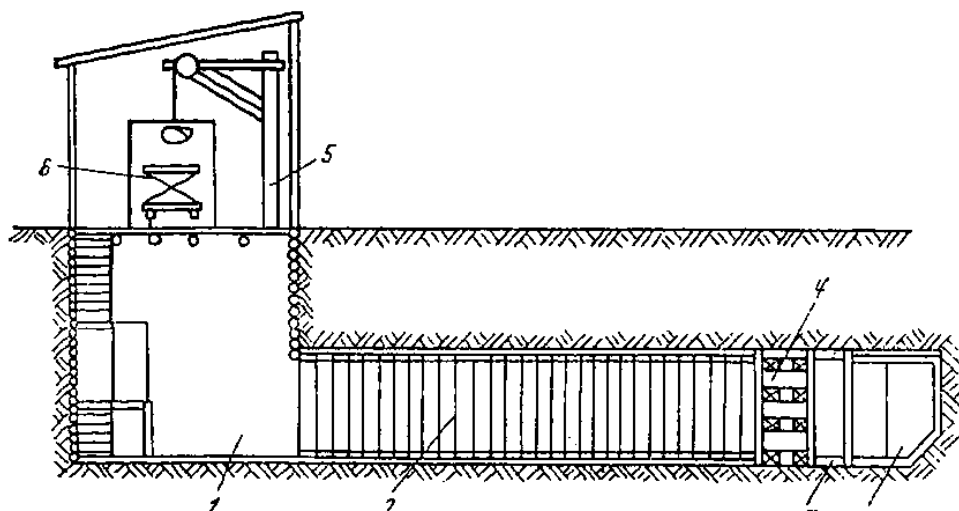


Рис. 2.18. - Схема щитовой проходки:

1 – производственная шахта; 2 – часть уложенного туннеля; 3 – место забоя; 4 – гидравлические домкраты; 5 – кран – укосина; 6 – вагонетка для вывозки грунта; 7 – щит

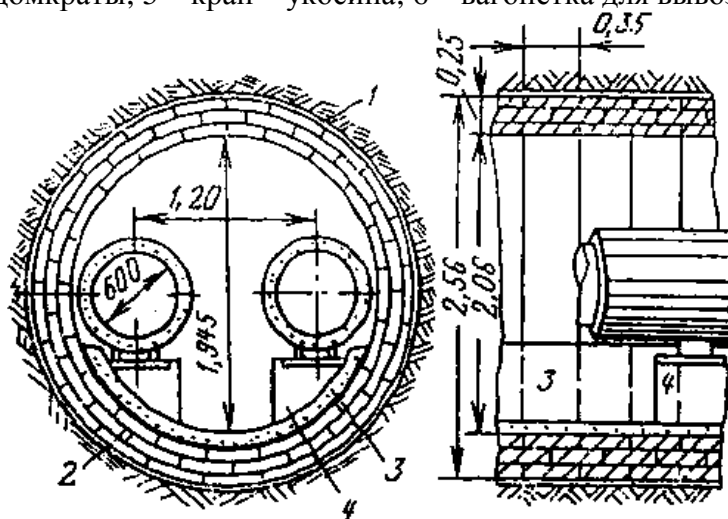


Рис. 2.19. - Канал из железобетонных колец при щитовой проходке.

1 - поверхность грунта; 2 – железобетонные кольца; 3 – бетонная подготовка; 4 – опора трубопровода

Пересечение теплопроводами железнодорожных или автодорожных насыпей также производится без остановки движения **методом прокола** (рис 2.20). При помощи мощных гидравлических домкратов в тело насыпи вдавливаются стальная труба - гильза, которая насквозь проходит через насыпь.

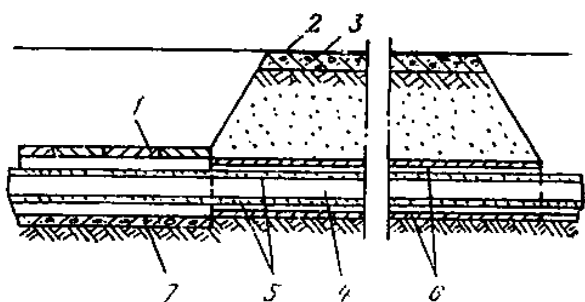


Рис. 2.20. - Пересечение теплопроводами дорожной или железнодорожной насыпи:
 1 – железобетонные плиты; 2 – асфальт;
 3 – бетонная подготовка; 4 – трубопровод;
 5 – изоляция трубопровода; 6 – труба-гильза;
 7 – основание канала

Стальная труба-гильза служит защитной оболочкой для теплопровода и подбирается с учетом нанесения на теплопровод антикоррозионного покрытия.

2.2.3. Компенсация температурных деформаций

Компенсация температурных деформаций стальных трубопроводов имеет исключительно важное значение в технике транспорта тепла.

Если в трубопроводе отсутствует компенсация температурных деформаций, то при сильном нагревании в стенке трубопровода возникают большие напряжения, которые могут привести к повреждению трубопровода.

По своему характеру все компенсаторы могут быть разбиты на две группы: осевые; радиальные.

Осевые компенсаторы применяются для компенсации температурных удлинений прямолинейных участков трубопроводов.

На рисунке 2.21 и 2.22 показаны односторонние и двухсторонние осевые сальниковые компенсаторы. Между стаканом 1 и корпусом 2 располагается сальниковое уплотнение 3. Сальниковая набивка, обеспечивающая плотность, зажимается между упорным кольцом 4 и грунд-буксой 5. Обычно набивка выполняется из асбестовых прографиченных колец квадратного сечения.

Компенсаторы непосредственно ввариваются в трубопровод, поэтому установка их на линии не приводит к увеличению количества фланцевых соединений. Для того чтобы предупредить возникновение растягивающих усилий в трубопроводе в случае понижения температуры его ниже температуры монтажа, необходимо при установке компенсаторов оставлять достаточный зазор между буртом стакана и упорным кольцом корпуса компенсатора. Перед присоединением сальникового компенсаторов к трубопроводу необходимо тщательно выверить линию во избежание перекосов и заеданий стакана в корпусе. Обязательным условием при установке сальникового компенсатора является обеспечение беспрепятственного доступа к нему и постоянный визуальный осмотр.

Осевые сальниковые компенсаторы устанавливаются главным образом на теплопроводах большого диаметра, прокладываемых под городскими проездами.

Радиальная компенсация может быть использована при любой конфигурации трубопровода. Радиальная компенсация широко применяется на теплопроводах, прокладываемых на территориях промышленных предприятий, а при небольших диаметрах теплопроводов – до 200 мм также и в городских тепловых сетях.

При радиальной компенсации термическая деформация трубопровода воспринимается за счет изгиба специальных эластичных вставок или отдельных участков самого трубопровода. Последний метод компенсации тепловых деформаций называется естественной компенсацией. Наиболее распространены П-образные и S-образные компенсаторы (рис. 2.23 и 2.24).

2.2.4. Строительная техника, применяемая при прокладке трубопроводов

1. Землеройно-транспортные и землеройные машины. Характеризуются дальностью перемещения грунта.

- скреперы гусеничные – до 300 метров, колесные – до 3-5 км;
- бульдозеры – дальность перемещения грунта до 100 метров;
- автогрейдеры – дальность перемещения до 10 метров;
- экскаваторы одноковшовые;
- погрузчики одноковшовые;
- погрузчики многоковшовые;
- роторные экскаваторы;
- фрезерные экскаваторы.

2. Машины для монтажных работ. Характеризуются высотой и массой поднимаемого груза.

- автомобильные краны на колесном и на гусеничном ходу;
- лебедки;
- подъемники;
- башенные краны (на строительстве);
- домкраты (механические и гидравлические).

3. Машины, применяемые для изоляционных и герметизационных работ.

- различные стационарные установки для приготовления герметизационных мастик;
- шприцы для заделки швов.

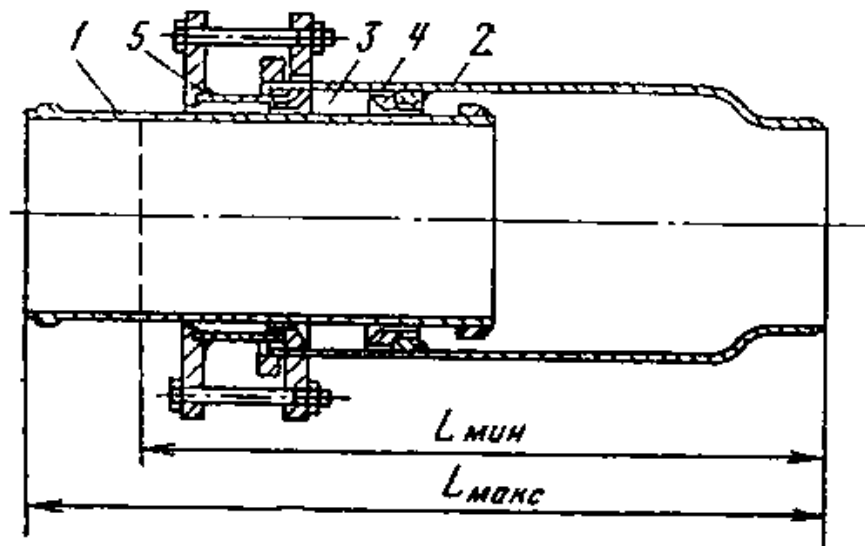


Рис. 2.21 - Односторонний сальниковый компенсатор

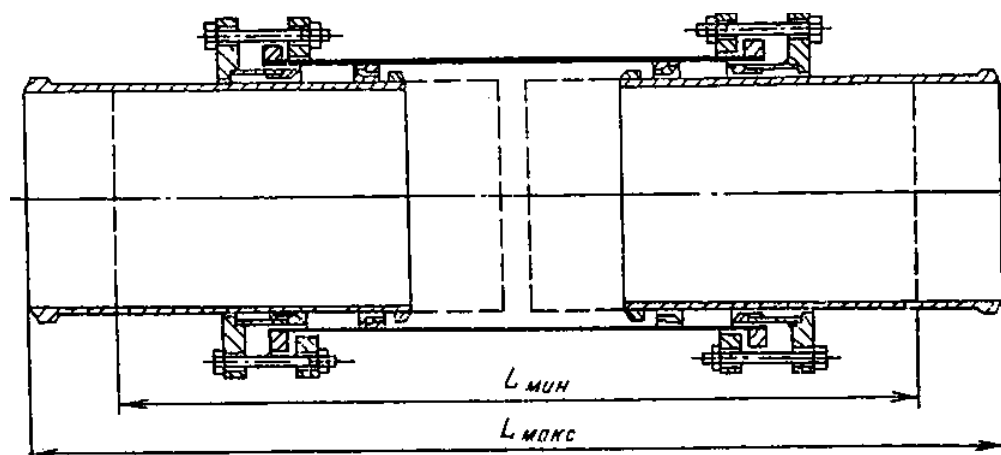


Рис. 2.22 - Двухсторонний сальниковый компенсатор

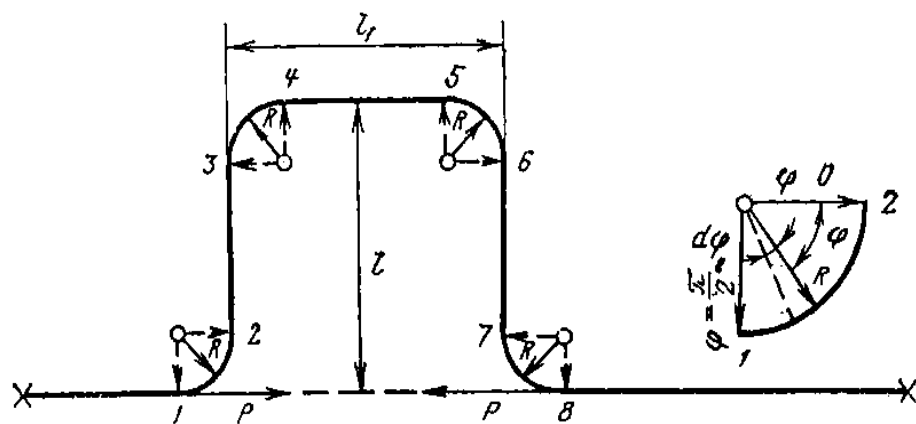


Рис. 2.23 - Схема Π-образного компенсатора

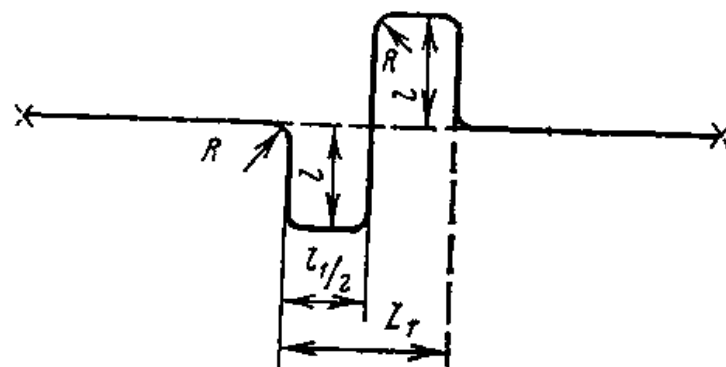


Рис. 2.24 - Схема S-образного компенсатора

2.3. СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРОМЫШЛЕННЫХ, ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

2.3.1. Требования, предъявляемые к системам вентиляции

Производственный процесс сопровождается выделением в воздух рабочих помещений вредных для здоровья человека газов и паров. Кроме того, в воздух производственных помещений могут поступать большие количества тепла, влаги и пыли, повышающие его температуру и влажность, а также увеличивающие его запыленность. Люди, находящиеся в помещениях, также выделяют в воздух помещений тепло, влагу, углекислый и другие газы.

Вследствие поступления в воздух вредных газов, паров, тепла, влаги и пыли происходит изменение его химического состава и физического состояния, неблагоприятно отражающегося на самочувствии и состоянии здоровья человека и ухудшающего условия труда.

Для поддержания в помещениях нормальных параметров воздушной среды, удовлетворяющих санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям, устраивают вентиляцию.

Вентиляцией называют совокупность мероприятий и устройств, обеспечивающих расчетный воздухообмен в помещениях жилых, общественных и промышленных зданий.

2.3.2. Гигиенические основы вентиляции, источники образования факторов вредности

Санитарно-гигиеническое назначение вентиляции состоит в поддержании в помещениях удовлетворяющего требованиям санитарных норм проектирования промышленных предприятий и строительных норм и правил состояния воздушной среды путем ассимиляции избытков тепла и влаги, а также удаления вредных газов, паров и пыли.

Кроме санитарно-гигиенических требований к вентиляции предъявляют технологические требования по обеспечению чистоты, температуры, влажности и скорости движения воздуха в производственных помещениях, вытекающие из особенностей технологического процесса в этих помещениях.

Из сказанного вытекает, что для обеспечения нормальных параметров воздушной среды в помещениях вопросы вентиляции, технологии и архитектурно-планировочных решений здания необходимо решать совместно.

К факторам, вредное действие которых устраняется с помощью вентиляции, относятся:

- избыточное тепло (конвекционное, вызывающее повышение температуры воздуха и лучистое, см. стр.);
- избыточные водяные пары— влага; газы и пары химических веществ общетоксического или раздражающего действия;
- токсическая и нетоксическая пыль;
- радиоактивные вещества.

Процесс конвекции происходит лишь в жидкостях и газах и представляет собой перенос тепла в результате перемещения и перемешивания частиц жидкости или газа. Конвекция всегда сопровождается теплопроводностью.

Рассмотрим кратко источники образования факторов вредности.

2.3.2.1. Избыточное тепло

Взрослый человек в спокойном состоянии и при нормальных микроклиматических условиях выделяет в окружающую среду 85-120 Вт, из которых в среднем 20%- конвекцией, 55% - излучением и 25% - испарением влаги. Количество выделяемого человеком тепла изменяется в зависимости от физической нагрузки и температуры воздуха в помещении.

В помещениях, где бывает много людей (зрелищные залы, предприятия, магазины, столовые и другие), тепловыделения создают неблагоприятные условия, вредно отражающиеся на самочувствии, состоянии здоровья и работоспособности людей.

Под «явным» тепловыделением понимается только та часть тепла, выделяемого организмом человека, которая воздействует па повышение температуры воздуха помещении (теплообмен конвекцией и излучением), в отличие от «скрытого» тепла, идущего на испарение влаги, так как это тепло хотя и увеличивает теплосодержание воздуха, но почти не оказывает влияния на его температуру.

В цехах и отделах промышленных предприятий избыточное тепло возникает при значительных тепловыделениях машинами, станками, производственной аппаратурой, нагревательными печами, трубопроводами, нагретыми изделиями, остывающими в помещении, людьми, от солнечной радиации и от других источников тепла.

При отсутствии вентиляции перечисленные и другие тепловыделения значительно повышают температуру воздуха и затрудняют процесс терморегуляции в организме человека и, кроме того, могут отрицательно влиять на технологический процесс производства.

2.3.2.2. Избыточные водяные пары — влага

Количество выделяемого организмом человека водяного пара при умеренной температуре воздуха и небольшой физической нагрузке составляет 40—75 г/ч. При высокой температуре среды выделение влаги может возрасти до 150 г/ч и больше. Избыточное содержание водяных паров в воздухе может возникнуть в помещении зданий общественного назначения, если в нем пребывает большое число людей, а также в цехах и отделах многих промышленных предприятий.

Сочетание большой влажности воздуха и высокой его температуры влияет на процесс испарения: отдача тепла испарением у человека уменьшается, и в его организме накапливается тепло.

Повышенная влажность воздуха при низкой температуре вызывает охлаждение организма, так как влажная кожа и влажный воздух более теплопроводны.

При избыточной влаге в воздухе помещений и температуре ниже точки росы образуется туман из водяных паров, и они конденсируются на ограждающих конструкциях здания, что их преждевременно разрушает.

2.3.2.3. Газы и пары

Человек в состоянии покоя в течение 1 часа вдыхает и выдыхает в среднем 500 л воздуха. При дыхании состав воздуха изменяется.

Содержание углекислоты в воздухе, если оно обуславливается пребыванием людей в помещении, может служить показателем загрязнения воздуха в результате жизнедеятельности организма человека.

В цехах и отделах промышленных предприятий воздух загрязняется главным образом газами и парами, образующимися при протекании технологических

процессов. Многие газы и пары, выделяющиеся в воздух производственного помещения, опасны для здоровья человека.

2.3.2.4. Пыль и микроорганизмы

Вредное влияние на здоровье человека оказывает пыль, находящаяся в воздухе. Наиболее опасна для организма человека пыль, содержащая двуокись кремния (SiO_2), и асбестовая, а также пыль ядовитых веществ (окись свинца и др.). Мельчайшие частички свинцовой пыли, попавшие в организм, вызывают хроническое отравление.

Вредность пыли зависит также и от ее крупности и формы: чем мельче пыль и чем острее ее форма, тем она вреднее (опаснее), так как может глубоко проникать в дыхательные пути. Следует, кроме этого, иметь в виду, что некоторые виды пыли в определенной концентрации взрывоопасны.

Очень важным показателем санитарно-гигиенического состояния воздуха в помещениях является количество находящихся в нем микроорганизмов. Число их увеличивается при загрязнении воздуха пылью. Воздух считается загрязнённым, если в 1 м^3 находится более 4500 микроорганизмов.

2.3.2.5. Радиоактивные вещества

Загрязнения радиоактивными веществами подобны обычным промышленным химическим загрязнениям, но отличаются от них повышенной токсичностью. При скоплении в большом количестве они могут представлять опасность радиоактивного поражения.

Влияние радиоактивных примесей на здоровье человека постоянно изучается и тщательно проверяется.

Санитарными нормами (СН 245-71) установлены предельно-допустимые концентрации в воздухе помещений вредных газов, паров, пыли и других аэрозолей в зоне пребывания человека.

2.3.3. Понятия о способах организации воздухообмена в помещении

Воздушная среда в помещении, удовлетворяющая санитарным нормам, обеспечивается в результате удаления загрязненного воздуха из помещения и

подачи чистого наружного воздуха. Соответственно этому системы вентиляции подразделяют на вытяжные и приточные.

По способу перемещения удаляемого из помещений и подаваемого в помещения воздуха различают вентиляцию естественную (неорганизованную и организованную) и механическую (искусственную).

Под неорганизованной естественной вентиляцией понимают воздухообмен в помещениях, происходящий под влиянием разности давлений наружного и внутреннего воздуха и действия ветра через неплотности ограждающих конструкций, а также при открывании форточек, фрамуг и дверей.

Воздухообменом называется частичная или полная замена воздуха, содержащего вредные выделения, чистым атмосферным воздухом.

Воздухообмен, происходящий также под влиянием разности давлений наружного и внутреннего воздуха и действия ветра, но через специально устроенные в наружных ограждениях фрамуги, степень открытия которых с каждой стороны здания регулируется, является вентиляцией естественной, но организованной. Этот вид вентиляции называется аэрацией.

Механической, или искусственной, вентиляцией называется способ подачи воздуха в помещение или удаления из него с помощью вентилятора. Такой способ воздухообмена является более совершенным, так как воздух, подаваемый в помещение, может быть специально подготовленным в отношении его чистоты, температуры и влажности.

Системы механической вентиляции, автоматически поддерживающие в помещениях метеорологические условия на уровне заданных, независимо от изменяющихся параметров внешней воздушной среды, называются системами кондиционирования воздуха (condition - условие).

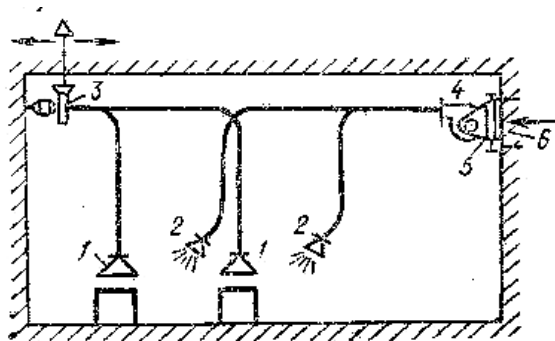
По способу организации воздухообмена в помещениях вентиляция может быть общей, местной, локализирующей, смешанной и аварийной.

Общая вентиляция, называемая обще-обменной, предусматривается для создания одинаковых условий воздушной среды (температуры, влажности, чистоты воздуха и его подвижности) во всем помещении, главным образом в рабочей зоне ($H = 1,5—2$ м от пола) (рис. 2.25, а).

а)



б)



в)

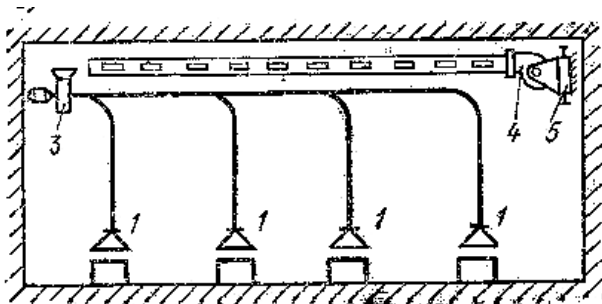


Рис. 2.25 - (а,б,в) Схемы систем вентиляции:

- 1 - зонт вытяжной; 2 - воздушный душ;
- 3 - вентилятор для удаления вредных веществ;
- 4 - вентилятор для подачи чистого воздуха;
- 5 - калорифер; 6 - решетка жалюзийная

Местная вентиляция создает местные (на рабочих местах), отвечающие гигиеническим требованиям условия воздушной среды, отличные от условий в остальной части помещения. Примером местной приточной вентиляции может служить воздушный душ — струя воздуха, направленная непосредственно на рабочее место (рис. 2.25, б).

Принцип действия локализирующей вентиляции заключается в улавливании вредных выделений непосредственно у производственных установок с помощью специальных укрытий, предотвращающих поступление вредных выделений в помещение.

Смешанные системы, применяемые главным образом в производственных помещениях, представляют собой комбинации обще-обменной вентиляции с местной (рис. 2.25, в).

«Аварийные» вентиляционные установки предусматривают в помещениях, в которых возможно внезапное неожиданное выделение вредных веществ в количествах, значительно превышающих допустимые. Эти установки включают только в случае, если необходимо быстро удалить вредные выделения.

Вопрос о том, какую из перечисленных систем вентиляции следует устраивать, решается в каждом отдельном случае в зависимости от назначения

помещения, характера вредных выделений, возникающих в нем, и схемы движения воздушных потоков внутри здания.

В так называемых горячих цехах широко используют аэрацию, местные отсосы и воздушные души. В воротах устраивают воздушные тепловые завесы.

В холодных цехах применяют обще-обменную приточно-вытяжную вентиляцию и системы кондиционирования воздуха там, где это диктуется условиями технологии.

В общественных зданиях (театрах, кино, залах заседаний, магазинах, спортзалах и т. п.), как правило, устраивают обще-обменную приточно-вытяжную вентиляцию или систему кондиционирования воздуха.

В помещениях, где требуется незначительный воздухообмен, организуют только одну вытяжную вентиляцию. Количество удаляемого воздуха в этом случае восполняется воздухом, поступающим в помещение через неплотности в ограждающих конструкциях и при открывании форточек или фрамуг.

В жилых домах устраивают обычно только вытяжную естественную, редко — механическую вентиляцию из кухонь и санузлов. Приток в жилые комнаты осуществляется через окна, форточки или специальные устройства под окнами.

Рассмотрим перечисленные системы вентиляции, которые устраиваются в жилых, общественных и производственных зданиях более подробно.

2.3.3.1. Естественная неорганизованная вентиляция (инфильтрация)

Пористость ограждающих конструкций зданий, а также строительные неплотности в них при разности давлений внутреннего и наружного воздуха обуславливают воздухообмен в помещении, происходящий в результате инфильтрации.

Чем больше разность температур внутреннего и наружного воздуха и чем больше скорость движения ветра, тем больше разность давлений, а следовательно, и количество проникающего в помещение наружного воздуха. Кратность воздухообмена за счет инфильтрации в жилых и общественных зданиях обычно бывает 0,5—0,75 в зависимости от степени уплотнения щелей (например, замазка окон на зиму и др.). В промышленных зданиях инфильтрация нередко составляет 1,5- кратный обмен и более.

Инфильтрация, или, иначе, естественная неорганизованная вентиляция, наблюдается во всех помещениях и учитывается при организации воздухообмена. Если в помещении применяют, например, вытяжную механическую вентиляцию при однократном воздухообмене, то приточную вентиляцию часто не устраивают, так как объем удаляемого воздуха может компенсироваться инфильтрацией.

2.3.3.2. Принципиальная схема канальной системы естественной вентиляции

Канальными системами естественной вентиляции называются системы, в которых подача наружного воздуха или удаление загрязненного осуществляется по специальным каналам, предусмотренным в конструкциях здания, или по приставным воздуховодам. Воздух в этих системах перемещается вследствие разности температур наружного и внутреннего воздуха.

В приточных канальных системах естественной вентиляции необходимо учитывать величину располагаемого давления, которое расходуется на преодоление сопротивления движению воздуха по каналам и другим элементам системы. Поэтому приточная канальная вентиляция с естественным побуждением мало эффективна и в настоящее время почти не применяется.

Вытяжная естественная канальная вентиляция осуществляется преимущественно в жилых и общественных зданиях для помещений, не требующих воздухообмена больше однократного. В производственных зданиях, согласно СНиП 11-33-75, естественную вентиляцию можно проектировать только в том случае, если она обеспечит нормируемые условия воздушной среды в помещениях и если она допустима по технологическим требованиям.

Вытяжная естественная канальная вентиляция (рис. 2.26) состоит из вертикальных внутристенных или приставных каналов с отверстиями, закрытыми жалюзийными решетками, сборных горизонтальных воздуховодов и вытяжной шахты. Для усиления вытяжки воздуха из помещений на шахте часто устанавливают специальную насадку — дефлектор. Загрязненный воздух из помещений поступает через жалюзийную решетку в канал, поднимается вверх, достигая сборных воздуховодов, и оттуда выходит через шахту в атмосферу.

Вытяжка из помещений регулируется жалюзийными решетками в вытяжных отверстиях, а также дроссель-клапанами или задвижками, устанавливаемыми в сборном воздуховоде и в шахте.

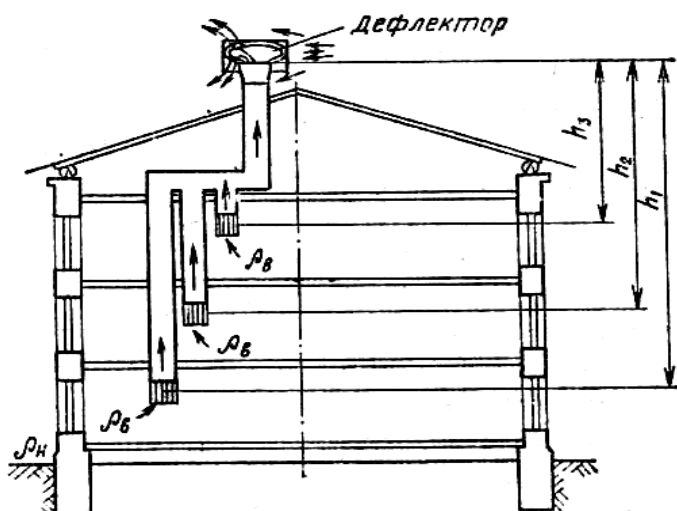


Рис. 2.26 - Принципиальная схема канальной системы естественной вентиляции

Для усиления вытяжки воздуха из помещений на шахте часто устанавливают специальную насадку — дефлектор. Дефлекторами называются специальные насадки, устанавливаемые на концах труб или шахт, а также непосредственно над вытяжными отверстиями в крышах производственных зданий. Назначение дефлектора — усилить вытяжку загрязненного воздуха из различных помещений. Работа дефлектора основана на использовании энергии потока воздуха — ветра, который, ударяясь о поверхность дефлектора и обтекая его, создает возле большей части его периметра разрежение, что и усиливает вытяжку воздуха из помещений (рис. 2.27).

Дефлекторы изготавливают различных конструкций и размеров. Наиболее распространены дефлекторы ЦАГИ круглой и квадратной форм. На рисунке 2.27 показан дефлектор ЦАГИ круглой формы. Размеры отдельных элементов дефлектора указаны в долях диаметра его патрубка. Номер дефлектора соответствует диаметру патрубка в дециметрах. Дефлектор ЦАГИ квадратной формы состоит в основном из тех же элементов, что и круглый.

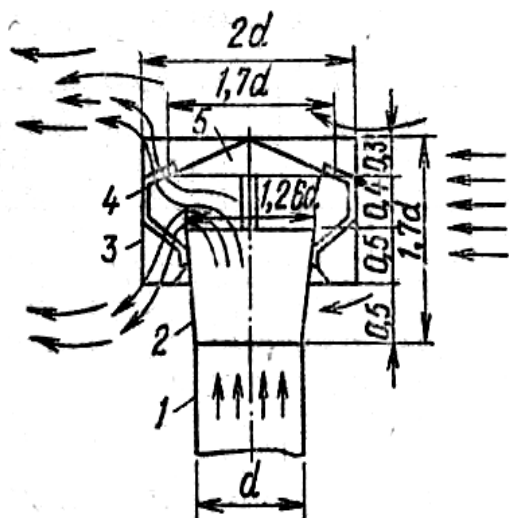


Рис. 2.27 - Принципиальная схема дефлектора ЦАГИ: 1 - патрубок; 2 - диффузор; 3 - корпус дефлектора; 4 - лапки для крепления зонта-колпака; 5 - зонт-колпак

2.3.3.3. Краткие сведения об аэрации зданий

Аэрацией зданий называется организованный и управляемый естественный воздухообмен через открывающиеся фрамуги в окна жилых зданий и вентиляционно-световые фонари в промышленных зданиях с использованием теплового и ветрового давлений. Фрамуги должны открываться под углом 45° к поверхности окна (рис. 2.28).

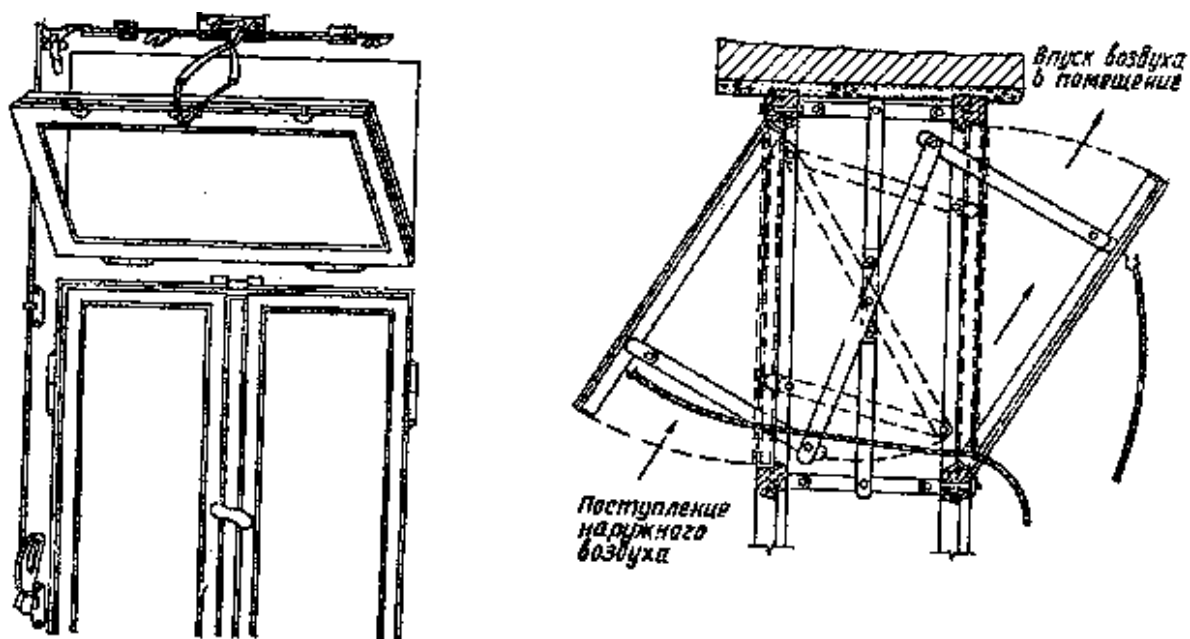


Рис. 2.28 - Усиление естественной вентиляции с помощью фрамуг

При открытой фрамуге холодный наружный воздух смешивается с воздухом помещения, прошедшим нагревательные приборы и в зону пребывания людей поступает уже нагретым до температуры, близкой к нормальной. Фрамуги можно оставлять открытыми в присутствии людей в помещении.

Аэрация широко применяется в производственных зданиях с большими теплоизбытками и позволяет осуществлять воздухообмены, достигающие нескольких миллионов кубических метров за один час.

В производственных зданиях тепловое давление, в результате которого воздух поступает в помещение и выходит из него, образующееся за счет разности температур наружного и внутреннего воздуха, регулируется различной степенью открытия фрамуг и фонарей. Разность этих давлений на одном и том же уровне называется внутренним избыточным давлением и обозначается $P_{изб}$. При этом $P_{изб}$ может быть как положительной, так и отрицательной величиной (рис. 2.29).

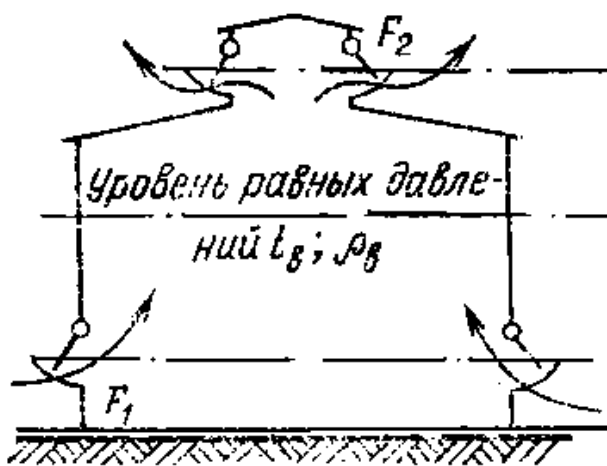


Рис. 2.29 -Схема аэрации промышленного здания

будет. Плоскость, где внутреннее избыточное давление равно нулю, называется нейтральной зоной.

2.3.3.4. Местная вентиляция

Местная вентиляция, так же как и обще-обменная, может быть вытяжная и приточная.

Местную вытяжную вентиляцию устраивают в тех случаях, когда загрязнения можно улавливать непосредственно у мест их возникновения. С этой целью применяют отсосы в виде разного рода укрытий (вытяжные шкафы и зонты, завесы у плит, бортовые отсосы у ванн, кожухи у абразивных и других кругов, отсосы у станков и т. п.). Наиболее рационально изготовлять станки и другое оборудование со встроенными отсосами, являющимися конструктивным элементом самих станков или оборудования.

На рисунке 2.30 показан местный отсос от полировального станка, выполненный в виде кожуха с патрубком 1, дверцей 2 и крышкой 3.

Аналогично устраиваются защитно-обеспыливающие кожухи у заточных, шлифовальных и обдирочных станков.

На рисунке 2.31 показан местный отсос от универсально-заточного станка ЗА-64, выполненный в виде пыле-приёмной воронки 1 с подвижным воздухопроводом 2, телескопическим устройством 3 и шарниром 4. Воронка эффективно улавливает пыль при направлении оси пылевого факела под углом от 0 до 30° к поверхности стола станка.

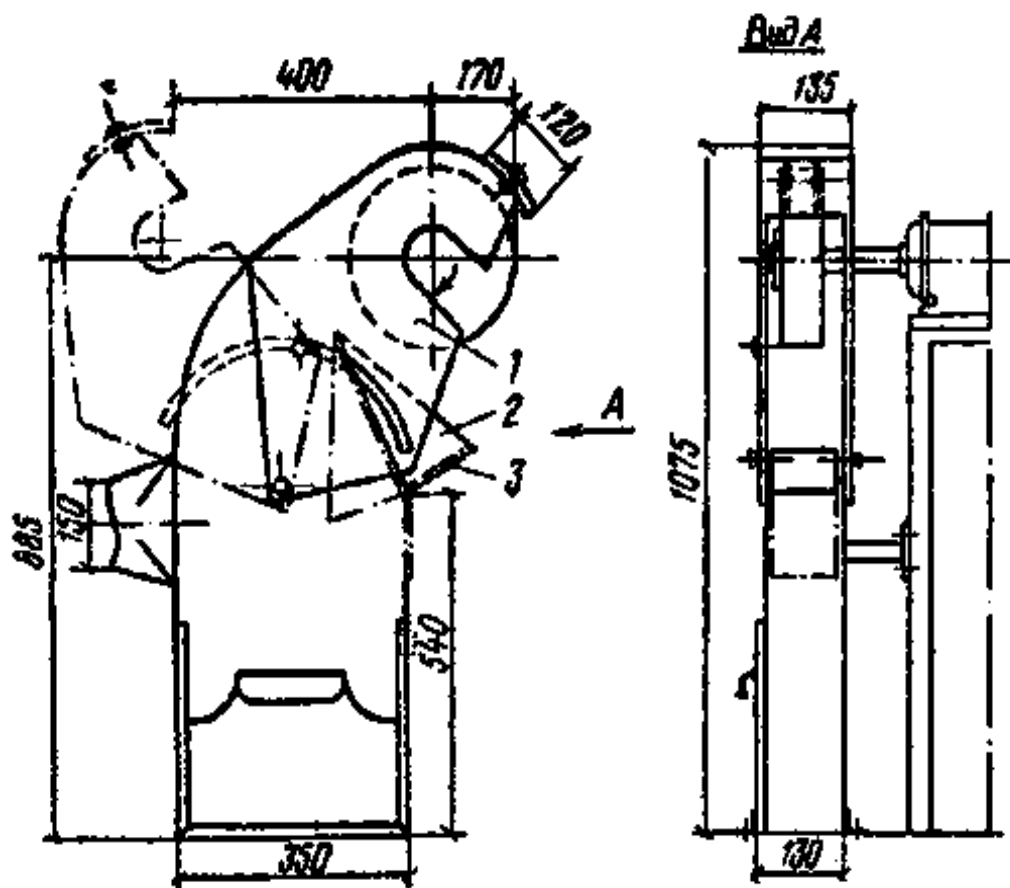


Рис. 2.30 - Местный отсос от полировального станка:
1 - кожух с патрубком; 2 – защитная дверца; 3 – крышка

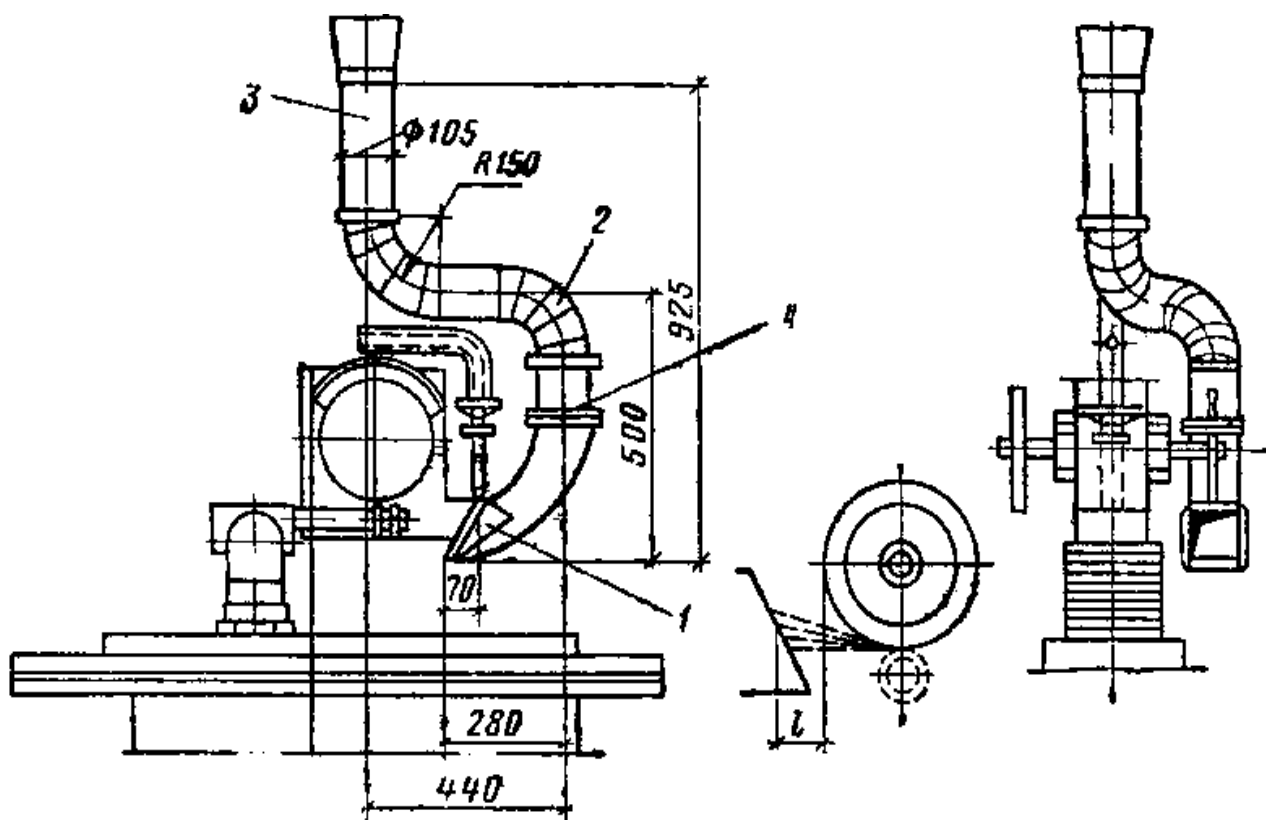


Рис. 2.31 - Местный отсос от универсально-заточного станка 3А-64

При выполнении электросварочных работ электродами с качественной обмазкой в воздух рабочей зоны выделяется высокодисперсная электро-сварочная пыль, в состав которой входит окись марганца. При ручной сварке на стационарных постах, включая сварку в кабинах, устраивают местный отсос в виде панели равномерного всасывания (рис. 2.32). Хороший эффект достигается при удалении 3200 – 3300 м³/час воздуха на 1м² панели.

Объем удаляемого воздуха принимают обычно на основе опытных данных и исходя из необходимости создания в воздуховоде разрежения для того, чтобы вредные выделения не могли проникнуть в помещение.

Так, например, при отсосе через укрытие башмака элеватора для сыпучих материалов объем удаляемого воздуха должен быть не менее 3 м³/ч (в зависимости от объема и ширины ковшей); у шлифовальных и полировальных кругов — 2—2,5 м³/ч на 1 мм диаметра круга; у ленточной пилы, служащей для распиловки досок, — 7—12 м³/ч на 1 мм ленты и т. д.

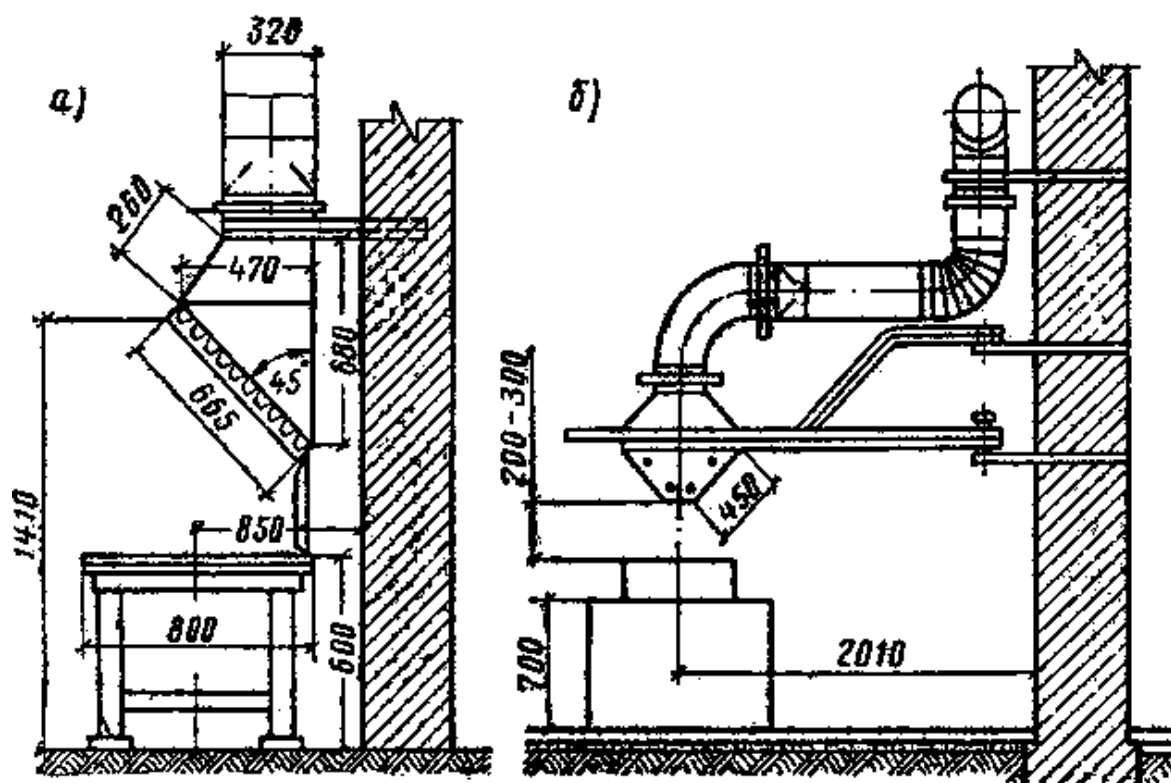


Рис. 2.32 - Панели равномерного всасывания конструкции Чернобережского:
а — применяемая при сварке мелких и средних деталей; б — применяемая при сварке крупных деталей (поворотная панель)

2.3.3.4.1. Вытяжные шкафы

Вытяжные шкафы представляют собой укрытия с рабочим проемом для наблюдения за технологическим процессом и для его проведения при различного рода лабораторных работах и исследованиях, сопровождающихся образованием значительных количеств тепла, газов и других вредных выделений. Образующиеся внутри шкафа вредные выделения удаляются из него вместе с воздухом за пределы помещения естественным или механическим путем, а на их место из помещения через рабочий проем поступает воздух, который служит как бы завесой, препятствующей прониканию вредных выделений из шкафа в помещение. Для предотвращения выбивания вредных выделений из шкафа уровень нулевых давлений (нейтральная линия) в нем должен располагаться не ниже верхней кромки проема (рис. 2.33).

При необходимости можно определить объемный расход воздуха, удаляемого из шкафа естественным путем при наличии в нем теплового источника.

Для удаления из шкафа избытков тепла или других вредных выделений естественным путем необходимо наличие подъемной силы, возникающей в том случае, когда температура воздуха в шкафу превышает температуру воздуха в помещении. Кроме того, удаляемый воздух должен иметь достаточный запас энергии для преодоления аэродинамического сопротивления на пути от входа в шкаф до места выброса в атмосферу.

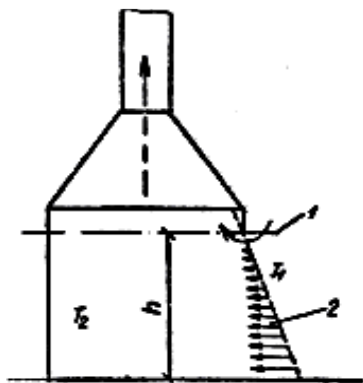


Рис. 2.33 - Схема вытяжного шкафа с естественной вытяжкой:
1 — уровень нулевых давлений; 2 — эпюра распределения давлений в рабочем отверстии шкафа; T_1 температура воздуха в помещении; T_2 — температура газов внутри вытяжного шкафа

2.3.3.4.2 Вытяжные зонты

Вытяжными зонтами называют приемники местных отсосов, имеющие форму усеченных конусов или пирамид и располагающиеся над источниками вредных выделений.

Для зонтов характерно наличие пространства между источником и приемником вредных выделений, незащищенного от воздействия воздушных потоков

помещения. По этой причине воздух помещения свободно подтекает к источнику и при соответствующей скорости может отклонить поток удаляемых вредных выделений от зонта. В связи с этим зонты требуют значительно большего расхода воздуха, чем другие местные отсосы.

Зонты бывают простые и активные, индивидуальные и групповые.

На рис. 2.34 изображены зонты различных видов, встречающиеся на практике.

Зонты могут устраиваться как с естественной, так и с механической вытяжкой.

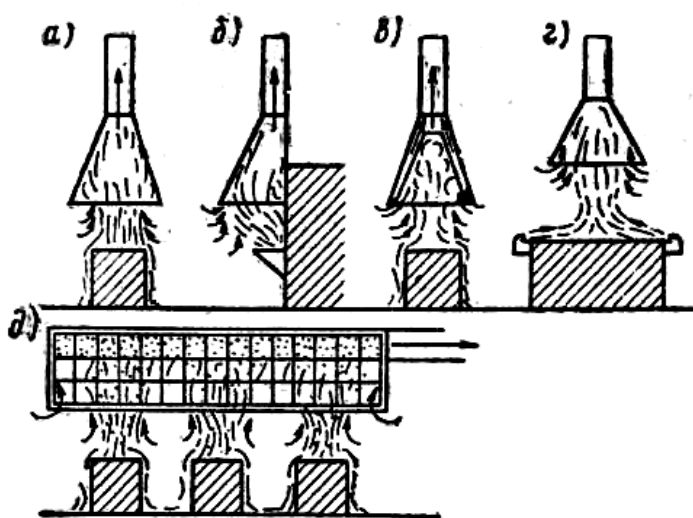


Рис. 2.34 - Вытяжные зонты:
а — простой индивидуальный зонт; б — зонт- козырек; в — активный зонт со щелями по периметру; г — зонт с поддувом воздуха; д — групповой зонт

2.3.3.4.3. Воздушные души

К местной приточной вентиляции относятся воздушные души, воздушные завесы и воздушные оазисы. Воздушный душ представляет собой сосредоточенный поток воздуха из специального насадка, направленный на рабочее место или на ограниченный рабочий участок (рис. 2.35).

С помощью воздушных душей в пространстве, ограниченном зоной действия воздушного потока, можно изменять подвижность воздуха, его температуру, влажность и концентрацию находящихся в нем газов и паров.

Воздушные души находят очень широкое применение в горячих цехах промышленных предприятий и являются весьма эффективным вентиляционным устройством.

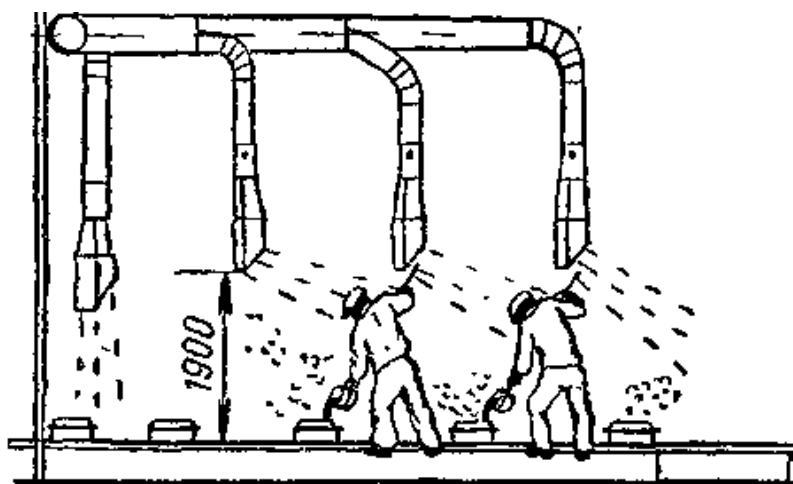


Рис. 2.35 – Стационарный воздушный душ на заливочном участке

Назначение воздушных душей - улучшение микроклимата на рабочем месте и повышение тем самым производительности труда.

Особенно эффективно применение воздушных душей в тех случаях, когда рабочий подвергается тепловому облучению, при работе у промышленных печей с нагретыми слитками и заготовками, с расплавленным металлом и т.д., так как в этих условиях средства обще-обменной вентиляции оказываются недостаточными.

В некоторых случаях для оздоровления воздушной среды рабочего места воздушные души с успехом могут применяться в сочетании с местными отсосами.

Воздушное душирование следует предусматривать на постоянных рабочих местах с интенсивностью облучения 350 Вт/м^2 [$300 \text{ ккал/(ч}\cdot\text{м}^2)$] и более. При этом на человека можно направлять поток воздуха со скоростью $v=0,5\ldots 3,5 \text{ м/с}$ и температурой $18\text{—}24^\circ\text{C}$ в зависимости от периода года и интенсивности физической нагрузки.

2.3.3.4.3.1. Конструктивное исполнение воздушных душей

Воздух, выходящий из душирующего патрубка, должен омыwać голову и туловище человека с равномерной скоростью и иметь одинаковую температуру.

Ось воздушного потока может быть направлена на грудь человека горизонтально или сверху под углом 45° при обеспечении на рабочем месте заданных температур и скоростей движения воздуха, а также в лицо (зону дыхания) горизонтально или сверху под углом 45° при обеспечении допустимых концентраций вредных выделений.

По конструкции душирующие установки подразделяются на стационарные (рис. 2.35) и передвижные (рис. 2.36).

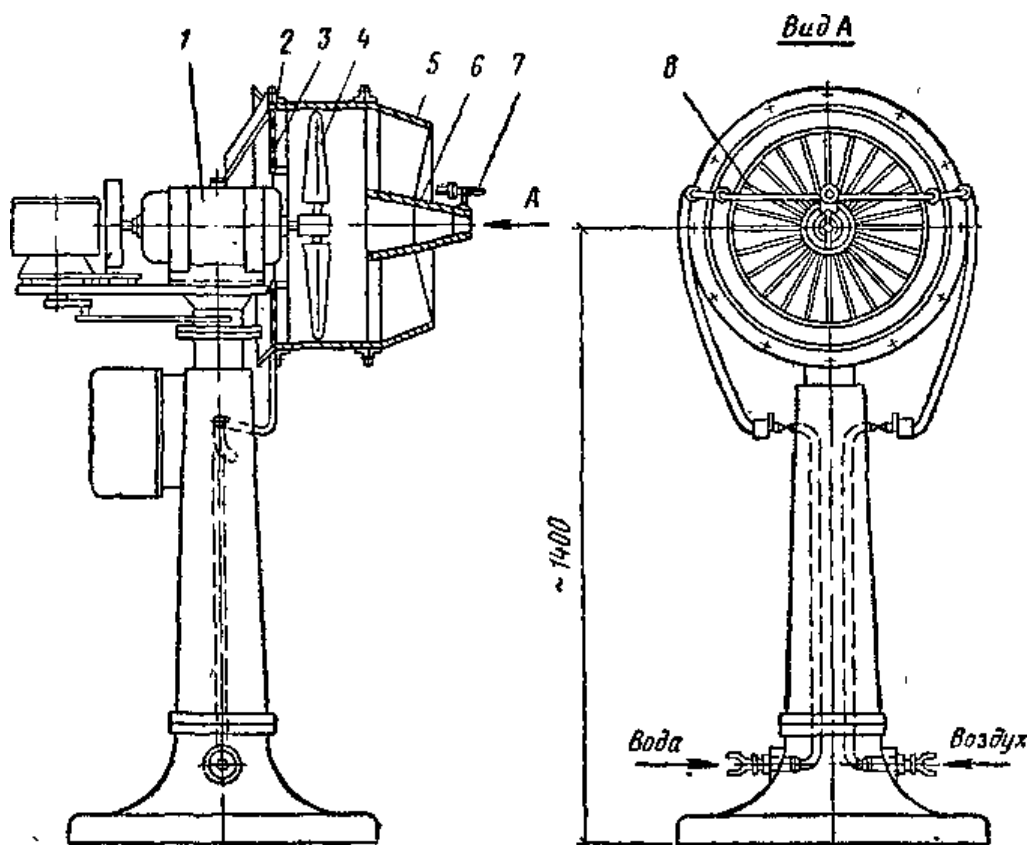


Рис. 2.36 - Веерный агрегат типа ВА-1:

1 — электродвигатель; 2 — обечайка; 3 — сетка; 4 - осевой вентилятор; 5 — конфузор; 6 — обтекатель; 7 — пневматическая форсунка; 8 — направляющие лопатки

Веерный агрегат типа ВА-1 состоит из чугунной станины, на которой смонтирован осевой вентилятор типа МЦ с электродвигателем, обечайки с коллектором и сеткой, конфузора с направляющими лопатками и обтекателем, пневматической форсунки типа ФП-1 или ФП-2 и трубопроводов с арматурой и гибкими шлангами для подвода воды и сжатого воздуха. Агрегат изготавливается с поворотом вентилятора вокруг оси станины до 60° и подъемом ствола по вертикали на 200—600 мм.

Характеристики веерных агрегатов приведена в табл. 2.4.

Таблица 2.4 - Характеристики веерных агрегатов

Марка агрегата	Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	Вентилятор		Электродвигатель				Общая масса агрегата, кг
		Тип и номер	число лопаток	тип	Мощность, кВт	Частота вращения, мин^{-1}	масса, кг	
ВА-1	6000	МЦ-5	6	А31-6	0,6	1410	16,5	309,0
ВА-2	12000	МЦ-7	6	А41-6	1	930	34,0	407,0
ВА-3	18000	МЦ-7	6	А41-4	1,7	1420	34,0	407,0

Кроме веерных агрегатов типа ВА применяется поворачивающийся агрегат ПАМ-24 в виде осевого вентилятора диаметром 800 мм с электродвигателем на одном валу. Производительность агрегата 24 000 м³/ч при дальнбойности струи 20м. Агрегат снабжен пневматической форсункой для распыления воды в потоке воздуха.

Стационарные душирующие установки подают к душирующим патрубкам как необработанный, так и обработанный (подогретый, охлажденный и увлажненный) наружный воздух.

Передвижные установки подают на рабочее место воздух помещения. В подаваемом ими воздушном потоке может распыляться вода. В этом случае капельки воды, попадая на одежду и открытые части тела человека, испаряются и вызывают дополнительное охлаждение. Душирование фиксированных рабочих мест может осуществляться душирующими патрубками различных типов (рис. 2.37).

Патрубки ППД (рис. 2.37а) имеют поджатое выходное сечение, шарнирное соединение для изменения направления потока воздуха в вертикальной плоскости и поворотное устройство для изменения направления потока в горизонтальной плоскости в пределах 360°.

Регулирование направления воздушного потока в патрубках ПД (рис. 2.37 б, в) осуществляется в вертикальной плоскости поворотом направляющих лопаток, а в горизонтальной плоскости при помощи поворотного устройства.

Патрубки ПД могут применяться как с форсунками для пневматического распыления воды, так и без них. Патрубки должны устанавливаться на высоте 1,8—1,9 м от пола (до нижней кромки).

2.3.3.4.4. Воздушные завесы

Воздушная завеса — это вентиляционное устройство для предотвращения прохода воздуха через открытый проем. В ней использовано шиберующее свойство плоской воздушной струи.

Воздушные завесы устраивают как в проемах наружных ограждений, так и в проемах внутренних ограждений, находящихся в здании.

Воздушные завесы, которые установлены в проемах наружных ограждений предназначены для устранения попадания холодного наружного воздуха в здание в зимнее время при заезде автомобилей.

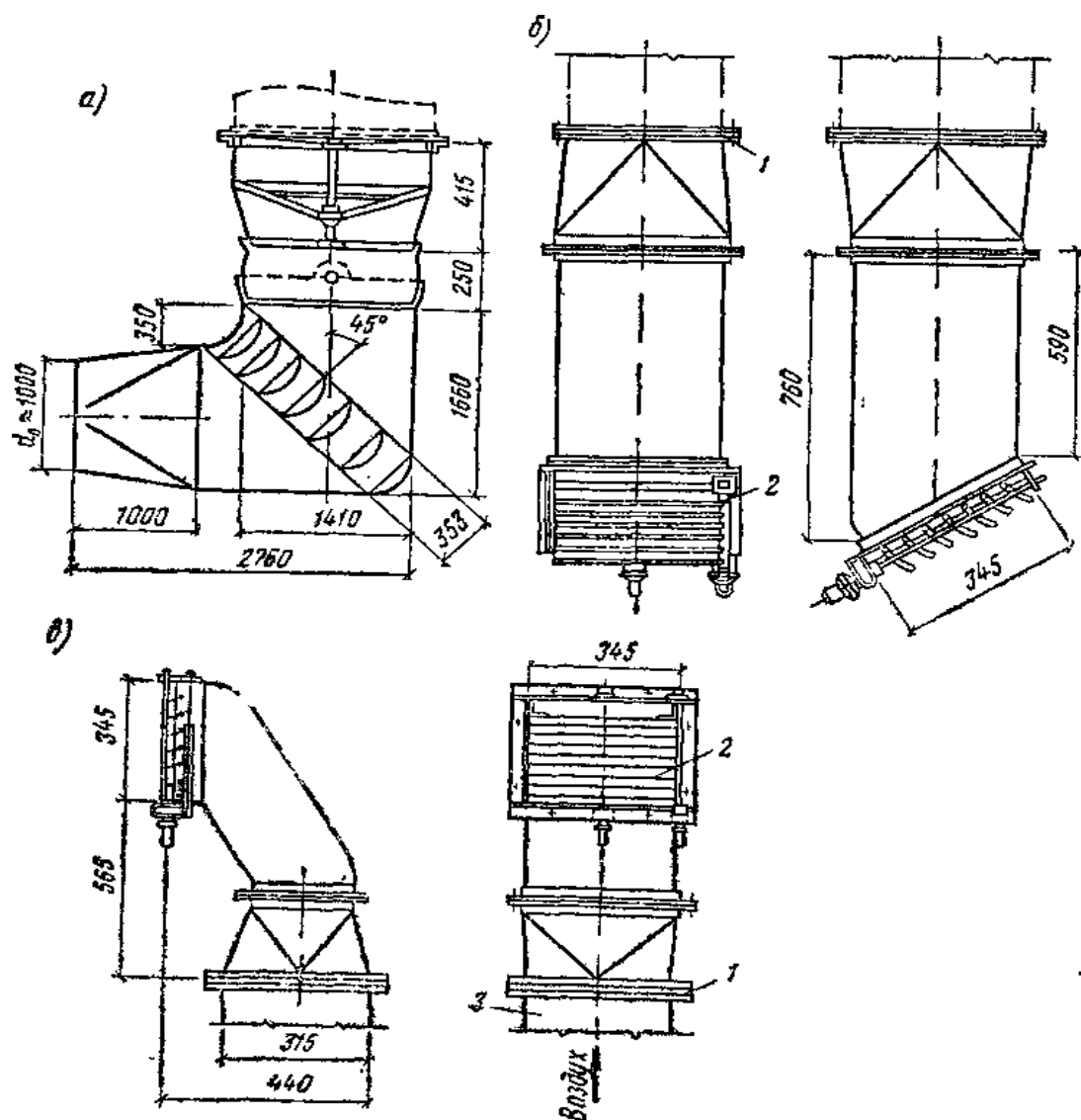


Рис. 2.37 - Душирующие патрубки:

а — ППД с поджатым сечением; б — конструкция инженера В. В. Батурина для верхней подачи воздуха — ПДв; в — то же для нижней подачи воздуха — ПДн; 1 - «шарнир»; 2 — направляющая решетка; 3 — воздуховод

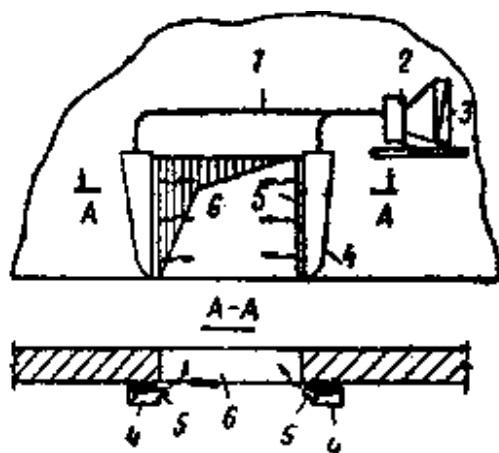


Рис. 2.38 - Основные элементы воздушной завесы:

1 — воздуховод; 2 — вентилятор; 3 — калорифер; 4 — воздуховод равномерной раздачи; 5 — щелевой насадок; 6 — проем в ограждении

Воздушные завесы, которые установлены в проемах внутренних ограждений препятствуют попаданию воздуха из загрязненного помещения в помещение более чистое.

Устраивают воздушные завесы также у проемов и отверстий в помещениях, в которых находится технологическое оборудование с вредными выделениями.

Воздушные завесы давно нашли широкое применение в промышленных, общественных, торговых и других зданиях.

В нашей стране теорией и моделированием воздушных завес занимались многие исследователи: В.В. Батулин, С.Е. Бутаков, Г.Н. Уфимцев, И.А. Шепелев и др.

Такое простое и хорошо изученное вентиляционное устройство, как воздушная завеса раскрывает на практике все новые и новые свои возможности, в связи с чем области их применения постоянно расширяются.

Схема и основные элементы воздушной завесы показаны на рис. 2.38. Главным элементом этого вентиляционного устройства является воздуховод равномерной подачи, снабженный щелевым насадком с направляющими пластинами. Выходящий из насадка воздух образует плоскую струю, которая равномерно распределяется по площади проема. Раздающие устройства (одно или два) связаны воздуховодами с вентиляторами. На схеме показан центробежный вентилятор, однако воздушные завесы komponуются и с осевыми вентиляторами.

В случае необходимости подачи теплого воздуха в воздушной завесе устанавливают калорифер.

2.3.3.5. Механическая вентиляция

Системы механической вентиляции по сравнению с естественной вентиляцией более сложны в конструктивном отношении и требуют больших первоначальных затрат и эксплуатационных расходов. Вместе с тем они имеют ряд преимуществ.

К основным их достоинствам относятся:

- независимость от температурных колебаний наружного воздуха и его давления, а также скорости ветра;

- подаваемый и удаляемый воздух можно перемещать на значительные расстояния;
- воздух, подаваемый в помещение, можно обрабатывать, т.е. нагревать или охлаждать, очищать, увлажнять или осушать.

Вследствие этого механическая вентиляция, как приточная, так и вытяжная, получила весьма широкое применение, особенно в промышленности.

На рис. 2.39 показана схема приточно-вытяжной вентиляции общественного здания с приточной камерой, расположенной в подвале, и вытяжной камерой, расположенной на чердаке.

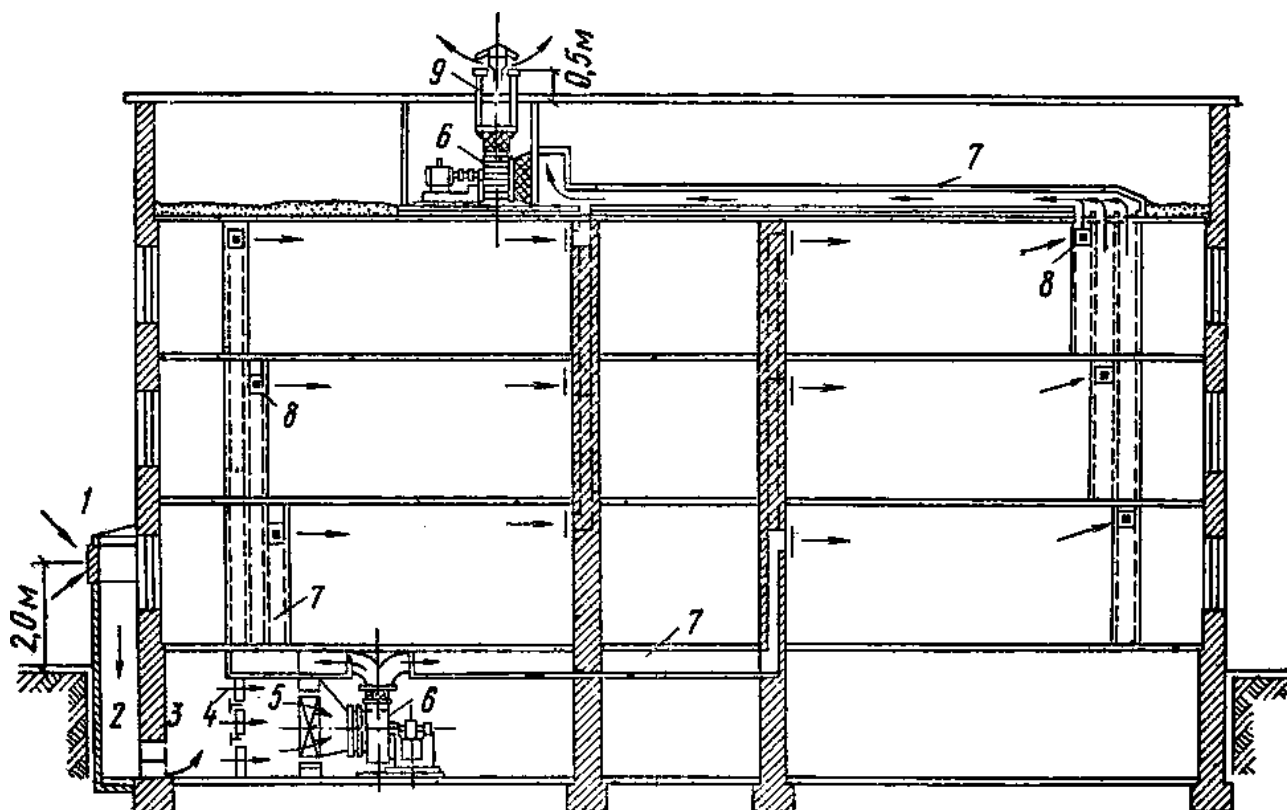


Рис. 2.39 - Приточно-вытяжная вентиляция общественного здания:

- 1 - жалюзийная решетка; 2 - воздухозаборное устройство; 3 - утепленный клапан; 4 — фильтр; 5 - калориферы; 6 - вентилятор; 7- каналы и воздуховоды; 8 - вытяжные и приточные жалюзийные решетки; 9 - вытяжная шахта

На рис. 2.40 приведена схема приточно-вытяжной вентиляции производственного здания с рабочими залами большой площади.

Поступление и удаление воздуха в приточно-вытяжной вентиляции производственного здания при воздухообмене по принципу «сверху — вверх» происходит через разветвленную сеть каналов и шахт, расположенных на техническом чердаке. Воздух поступает в рабочие залы через круглые или прямоугольные

отверстия в перекрытии, снабженные специальными плафонами, или через щелевидные отверстия с направляющими лопатками. При воздухообмене по принципу «сверху — вниз» воздух удаляется снизу через отверстия в подпольных каналах.

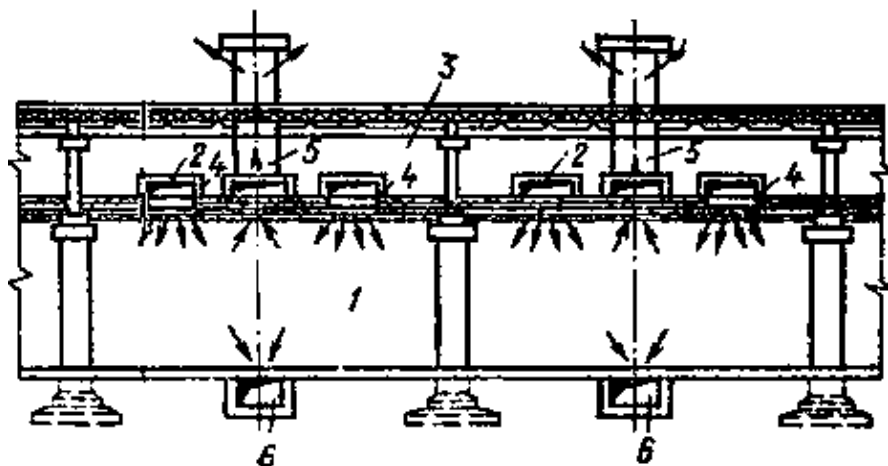


Рис. 2.40 - Схема приточно-вытяжной вентиляции производственного здания:
1 — рабочий зал; 2 — приточные каналы; 3 — технический чердак; 4 — щелевидные отверстия с направляющими лопатками; 5 — вытяжные шахты; 6 — подпольные каналы

Приточные системы механической вентиляции состоят из следующих конструктивных элементов:

- воздухоприемного устройства, через которое наружный воздух поступает в приточную камеру;
- приточной камеры с оборудованием для обработки воздуха и подачи его в помещения;
- сети каналов и воздуховодов, по которым воздух вентилятором распределяется по отдельным вентилируемым помещениям;
- приточных отверстий с решетками или специальных приточных насадов, через которые воздух из приточных каналов поступает в помещения;
- регулирующих устройств в виде дроссель-клапанов или задвижек, устанавливаемых в воздухоприемных устройствах, на ответвлениях воздуховодов и в каналах.

Вытяжные системы механической вентиляции обычно состоят из следующих элементов:

- жалюзийных решеток и специальных насадов, через которые воздух из помещений поступает в вытяжные каналы;
- вытяжных каналов, по которым воздух, извлекаемый из помещений, транспортируется в сборный воздуховод;

- сборных воздуховодов, соединенных с вытяжной камерой;
- вытяжной камеры, в которой установлен вентилятор с электродвигателем;
- оборудования для очистки воздуха, если удаляемый воздух сильно загрязнен;
- вытяжной шахты, служащей для отвода в атмосферу воздуха, извлекаемого из помещений;
- регулирующих устройств (дроссель-клапанов или задвижек).

Так как в системах приточно-вытяжной механической вентиляции воздух перемещается по сети воздуховодов с помощью центробежных и осевых вентиляторов, приводимых в действие электродвигателями, рассмотрим их устройство и принцип действия.

2.3.3.5.1. Центробежные вентиляторы

На рис. 2.41 показан обычный центробежный вентилятор, который состоит из трех основных частей: рабочего колеса с лопатками (иногда называемого ротором), улиткообразного кожуха и станины с валом, шкивом и подшипниками.

Работа центробежного вентилятора заключается в следующем: при вращении рабочего колеса воздух поступает через входное отверстие в каналы между лопатками колеса, под действием центробежной силы перемещается по этим каналам, собирается спиральным кожухом и направляется в его выходное отверстие. Таким образом, воздух в центробежный вентилятор поступает в осевом направлении и выходит из него в направлении, перпендикулярном оси.

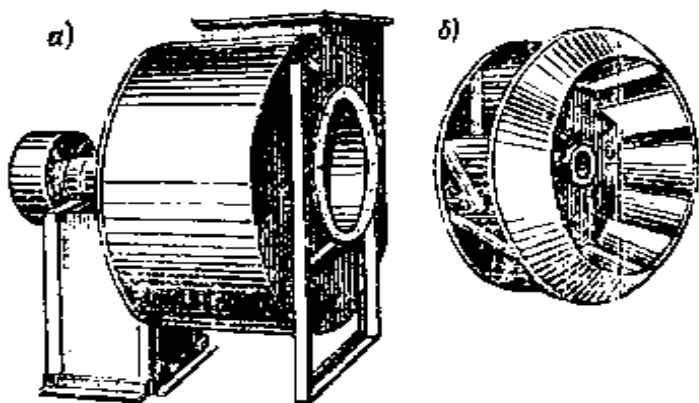


Рис. 2.41 - Центробежный вентилятор:
а — общий вид; б — рабочее колесо вентилятора

Центробежные вентиляторы различают по направлению вращения колеса. Если смотреть со стороны, противоположной входному отверстию, то вентилятор,

в котором рабочее колесо вращается по часовой стрелке, называется вентилятором правого вращения, а против часовой стрелки — левого вращения.

Колесо вентилятора должно вращаться всегда по ходу разворота спирального (улиткообразного) кожуха, так как при обратном вращении колеса мощность вентилятора резко (примерно на 70—80%) уменьшается.

Вентилятору присваивается номер, соответствующий диаметру колеса (в дециметрах). Так, например, вентилятор № 5 имеет наружный диаметр рабочего колеса 5 дм (500 мм), № 3 - 3 дм (300 мм) и т.д. В настоящее время центробежные вентиляторы выпускаются промышленностью сериями с колесами от 200 (№ 2) до 1000 мм (№ 10) через каждые 100 мм и от 1000 до 2000 мм (№ 20) через каждые 200 мм.

По создаваемому давлению центробежные вентиляторы делятся на группы:

- низкого давления (н. д.) — до 1000 Па (100 кгс/м³);
- среднего давления (с. д.) — до 3000 Па (300 кгс/м²);
- высокого давления (в. д.) — до 12 000 Па (1200 кгс/м²).

В системах вентиляции более широкое применение находят центробежные вентиляторы низкого давления. Центробежные вентиляторы высокого давления используют для пневматического транспорта и других производственных целей.

2.3.3.5.2. Осевые вентиляторы

В качестве примера в этом разделе рассмотрены промышленные осевые вентиляторы компании Ventur (Швеция).

Простейшие осевые вентиляторы типа AFC-НТ и AFH показаны на рис. 2.42. Они состоят из рабочего колеса, закрепленного на втулке и насаженного на вал электродвигателя, и кожуха (обечайки), назначение которого — создавать направленный поток воздуха. При вращении колеса возникает движение воздуха вдоль оси вентилятора, что и определяет его название.

Внутренний диаметр кожуха (обечайки) осевого вентилятора немного больше диаметра колеса. Зазор, который образуется между кожухом и колесом, не должен превышать 1,5% длины лопатки, так как большой зазор резко ухудшает аэродинамические качества вентилятора.



Рис.2.42 Осевые вентиляторы типа AFC-НТ и AFH

Осевой вентилятор по сравнению с центробежным создает при работе больший шум и не способен преодолевать при перемещении воздуха большие сопротивления. В жилых и общественных зданиях осевые вентиляторы следует применять для подачи больших объемов воздуха при создаваемом давлении в системе не более 150— 200 Па.

Осевые вентиляторы указанного типа преимущественно устанавливают в вытяжных системах вентиляции общественных и производственных зданий.

По сравнению с центробежными вентиляторами осевые вентиляторы имеют следующие преимущества конструктивного характера:

- имеют меньшую массу, компактны, их можно включать непосредственно в сеть воздухопроводов,
- реверсивны (при симметричном профиле лопаток).

2.3.3.5.3. Крышные вентиляторы

Крышные вентиляторы представляют собой вентиляционные агрегаты, приспособленные для установки вне помещений на бесчердачном покрытии производственных и общественных зданий вместо большого количества вытяжных шахт и аэрационных фонарей. В отличие от обычных вентиляторов вал их имеет вертикальное положение и рабочее колесо вращается в горизонтальной плоскости.

На (рис. 2.43) показаны крышные вентиляторы типа TOF и TFSR (Sustemair, Швеция).



Рис 2.43 - Крышные вентиляторы типа TOF и TFSR (Sustemair)

2.4. СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Под кондиционированием воздуха понимают автоматическое поддержание параметров воздуха в помещениях. В системах кондиционирования эта задача решается по принципу обще-обменной вентиляции с регулированием количества и параметров приточного воздуха в соответствии с режимом его изменения в помещениях.

Приготовление приточного воздуха в системах кондиционирования осуществляется в специальных устройствах — кондиционерах, включающих в себя комплекс технических средств по требуемой обработке воздуха.

Кондиционирование воздуха относится к наиболее современным и технически совершенным способам создания и поддержания в помещениях условий комфорта для человека и оптимальных параметров воздушной среды для производственных процессов, обеспечения длительной сохранности ценностей культуры и искусства в общественных зданиях и т.п. Кондиционирование воздуха является большим достижением науки и техники в деле создания искусственного климата в закрытых помещениях.

Современная установка для кондиционирования воздуха представляет собой комплекс технических средств, служащих для приготовления, перемещения и распределения воздуха, автоматического регулирования его параметров, дистанционного контроля и управления.

Особенностью систем кондиционирования воздуха является наличие систем автоматики, обеспечивающих устойчивый искусственный микроклимат независимо от внешних условий и технологических процессов, протекающих в помещении.

Системы кондиционирования воздуха разделяют на центральные и местные, круглогодичные и сезонные (для теплого или холодного периода года).

В центральных системах кондиционирования воздуха кондиционер, где происходят все процессы обработки воздуха, устанавливаются вне обслуживаемых помещений, и его раздача ведется по сети воздуховодов. Такие системы обслуживают как отдельные большие помещения, так и группы помещений.

В общественных и промышленных зданиях с различными требованиями к воздушной среде по отдельным помещениям или с различным тепловлажностным режимом устраивают многозональные центральные системы кондиционирования воздуха. В этих случаях здание разделяют в отношении обслуживания на несколько зон, в каждую из которых воздух подается со своими параметрами.

В центральных системах кондиционирования воздуха кондиционеры выполняют с форсуночными и поверхностными воздухоохладителями. Кондиционеры собирают из типовых секций, они имеют производительность по воздуху до 250 тыс. м³/ч. Комбинируя секции, можно составлять кондиционер с любой схемой обработки воздуха.

Системы кондиционирования воздуха, предназначенные для круглогодичной и круглосуточной работы, совмещенные с отоплением здания, должны быть оборудованы не менее чем двумя кондиционерами производительностью по 50% от общей производительности системы.

В местных системах кондиционирования воздуха кондиционер размещают обычно в кондиционируемом помещении в виде подоконных, шкафных или подвесных агрегатов производительностью до 10 тыс. м³/ч.

При проектировании любых установок кондиционирования воздуха необходимо составлять тепло-влажностные балансы помещений, в которых должны быть учтены все факторы, влияющие на изменение состояния воз-

душной среды в самом помещении, а при центральных системах, кроме того, ещё и факторы, влияющие на изменение состояния приточного воздуха при транспортировании его от кондиционера до помещения.

2.4.1. Сплит-системы

Эти кондиционеры получили свое название от английского слова «split», что означает «раздельный». Сплит-системы состоят из двух блоков — внутреннего и наружного. Такое разбиение понадобилось сразу по нескольким причинам:

- благодаря тому, что наиболее шумный узел любого кондиционера – компрессор - вынесен во внешний блок, на улицу, в помещении, оснащённом сплит-системой, достаточно тихо;
- кондиционер не привязан к оконному проему; внешний блок размещен на улице, а внутренний — в любом удобном месте внутри помещения; при этом площадь окон не уменьшается и можно свободно пользоваться шторами и жалюзи.

Внутренние блоки бывают настенные, потолочные, колонные, напольные, а также встраиваемые в подвесной потолок — канальные и кассетные.

Если есть необходимость кондиционировать сразу несколько помещений, то разумно использовать мультисплит-системы. В этом случае один наружный блок работает сразу на несколько внутренних. Это позволяет не загромождать фасад внешними блоками и снижает общую стоимость работ.

При подборе сплит-систем руководствуются тем, что на один квадратный метр комнаты, по санитарным нормам, должно приходиться не менее 0,1 кВт холода (при высоте потолка не более 3 метров). То есть для помещения площадью 63,81 м² приходится не менее 6,4 кВт холода.

Средний кондиционер удаляет из воздуха от 1 до 2 литров влаги в час. Для ее удаления необходимо вывести на улицу дренажный трубопровод. В этом случае стоит побеспокоиться о том, чтобы был выполнен подогрев дренажного трубопровода. Это позволит использовать кондиционер при минусовых температурах, не опасаясь замерзания отводимой влаги.

При выборе кондиционера следует обратить внимание на несколько показателей:

- качественная техника всегда имеет малый уровень шума при большом количестве пропускаемого через внутренний блок воздуха. Последнее, позволяет добиваться более равномерного температурного фона внутри помещения;
- второй показатель удачной конструкции — малые габариты кондиционера. Однако если это достигается за счет значительного увеличения количества отводимого конденсата, то такой кондиционер сильно пересушивает воздух;
- стоит обратить внимание на соотношение мощности охлаждения и потребляемой мощности. Чем больше это соотношение, тем совершеннее конструкция.

Рассмотрим мультисплит-систему для кондиционирования воздуха - LG LM-3062 H3N.

Режимы работы:	- нагрев/холод/осушка;
Мощность охлаждения:	- 27000 BTU (8,0 кВт);
Потребляемая мощность:	- 3,3 кВт;
Уровень шума:	- 62 dB(A);
Отвод влаги:	- 3,6 л/час.
Максимальная производительность:	3·500 куб. м/час.
Размеры, мм: внутреннего блока	— 900х290х193;
наружного блока	— 870х655х320.
Масса: внутреннего блока	— 9 кг;
наружного блока	— 68 кг.

Дополнительные функции: режим снижения влажности помещения, автоматический контроль режима "сон", 24-часовой двойной таймер на включение/выключение, дистанционное управление.

Эта система в зависимости от требуемых условий эксплуатации, может комплектоваться одним - тремя внутренними блоками.

В этом кондиционере применена система воздушных фильтров:

- фильтр, удаляющий загрязненный воздух;
- антибактериальный фильтр - очищает воздух от микробов, бактерий и плесени;
- электростатический - удаляет частички пыли до 0,01 микрона;
- дезодорирующий - эффективно удаляет неприятный запах.

Имеется решетка, открываемая одним легким касанием.

2.4.1.1. Основные режимы работы кондиционера, используемые для кондиционирования и обогрева помещений

Все бытовые сплит-системы имеют инфракрасный пульт ДУ с жидкокристаллическим дисплеем и около десятка стандартных функций.

Дадим краткую характеристику каждой из них.

Вентиляция - режим работы, при котором работает только вентилятор внутреннего блока, без включения компрессора. Используется для равномерного распределения воздуха по помещению и может использоваться, например, зимой, когда теплый воздух от обогревателей и батарей центрального отопления скапливается под потолком, а пол остается холодным.

Автоматический режим. В этом режиме кондиционер сам выбирает режим работы (охлаждение, обогрев или вентиляция) для поддержания комфортной температуры.

Осушение. В режиме осушения кондиционер уменьшает влажность воздуха. Осушение воздуха всегда сопутствует его охлаждению. Теплый воздух соприкасается с холодным теплообменником (радиатором) внутреннего блока. В результате на теплообменнике конденсируется влага, которая отводится через дренажный шланг. Поэтому в режиме осушения кондиционер работает так же, как и в режиме охлаждения, только температура воздуха в помещении понижается не более, чем на 1 °С. В тоже время увлажнять воздух не умеет ни один бытовой кондиционер, поскольку для этого в него пришлось бы встраивать дополнительное оборудование, а это привело бы к увеличению себестоимости.

Очистка воздуха. Для очистки воздуха перед теплообменником внутреннего блока устанавливают один или несколько фильтров. Основной фильтр кондиционера предназначен для очистки воздуха от крупной пыли (так называемый, фильтр грубой очистки). Этот фильтр представляет собой обычную мелкую сетку и защищает не столько обитателей кондиционируемого помещения, сколько внутренности кондиционера. Для очистки этого фильтра достаточно промыть его в холодной воде. Дополнительные фильтры (так называемые, фильтры тонкой очистки) предназначены для очистки воздуха от мелких пылевых частиц, дыма, пылицы растений.

Сплит-системы могут комплектоваться разными фильтрами тонкой очистки: угольными (устраняет неприятные запахи), электростатическими (задерживает

мелкие частицы) и другими. Срок службы большинства таких фильтров — от 6 месяцев до 2 лет, после чего нужно покупать новые.

Установка температуры. Для режимов «Охлаждение» и «Обогрев» можно задать желаемую температуру с точностью до 1°C в диапазоне от 16 — 18 до 30°C. Обычно датчик температуры устанавливается во внутреннем блоке кондиционера, но некоторые модели имеют дополнительный датчик, встроенный в пульт ДУ. В этом случае пользователь сам выбирает, в какой точке будет производиться измерение температуры.

Скорость вентилятора. Вентилятор внутреннего блока может вращаться с разной скоростью, соответственно изменяя скорость и количество проходящего через внутренний блок воздуха (этот параметр называется производительность по воздуху и измеряется в куб.м./час). Обычно вентилятор имеет от 3 до 5 фиксированных скоростей плюс автоматический режим. В автоматическом режиме скорость вентилятора выбирается исходя из текущей и заданной температуры. Чем больше текущая температура отличается от заданной, тем выше скорость вращения вентилятора.

Направление воздушного потока. Направление воздушного потока, создаваемого внутренним блоком, может регулироваться по вертикали с помощью горизонтальных пластин (жалюзи), имеющих 5 — 7 фиксированных положений.

В режиме охлаждения поток обычно направляют горизонтально вдоль потолка, чтобы холодный воздух не попадал на людей. В режиме обогрева поток воздуха направляют вниз, поскольку горячий воздух легче холодного и поднимается вверх. Кроме этого, жалюзи могут автоматически качаться вверх — вниз, равномерно распределяя поток воздуха по помещению. В некоторых моделях кондиционеров мощностью свыше 5 кВт, дополнительно есть автоматические вертикальные жалюзи, регулирующие поток воздуха в горизонтальном направлении.

Таймер на включение и выключение. С помощью 24-часового таймера можно установить время автоматического включения и выключения кондиционера, например, можно включать кондиционер за 1 час до возвращения с работы.

Ночной режим. После включения этого режима кондиционер устанавливает минимальную скорость вентилятора (для уменьшения шума) и плавно повышает (в режиме охлаждения) или понижает (в режиме обогрева) температуру на 2 — 3 градуса в течение нескольких часов.

Считается, что такие температурные условия оптимальны для сна. Через 7 часов после включения этого режима кондиционер выключается.

2.4.1.2. Конструкция кондиционера

Конструкцию кондиционера рассмотрим на примере сплит-системы настенного типа. Сплит-системы с другими типами внутренних блоков состоят из тех же узлов, и отличаются только внешним видом.

На рис.2.44 показан наружный блок кондиционера.

На рис.2.45 показан внутренний блок кондиционера.



Рис.2.44 - Наружный блок кондиционера

1 - вентилятор создает поток воздуха для обдува конденсатора; 2 - конденсатор - это радиатор, в котором происходит охлаждение и конденсация фреона (воздух, проходящий мимо конденсатора, нагревается и уходит в окружающую среду); 3 - компрессор осуществляет сжатие хладагента и поддерживает его движения по холодильному контуру; 4 - плата управления устанавливается, как правило, в инверторных кондиционерах, в других моделях всю электронику стараются размещать во внутреннем блоке; 5 - четырехходовой клапан устанавливается в моделях с функцией подогрева, а в режиме обогрева этот клапан изменяет направление движения фреона, при этом внутренний и наружный блоки как бы меняются местами (внутренний блок работает на обогрев, а наружный на охлаждение); 6 - штуцерные соединения (на рисунке не видны) для подключения медных труб, соединяющих наружный и внутренний блоки; 7 - фильтр фреоновой системы устанавливается перед входом компрессора и защищает его от частиц грязи; 8 - защитная быстросъемная крышка, которая закрывает штуцерные соединения и электрические разъемы

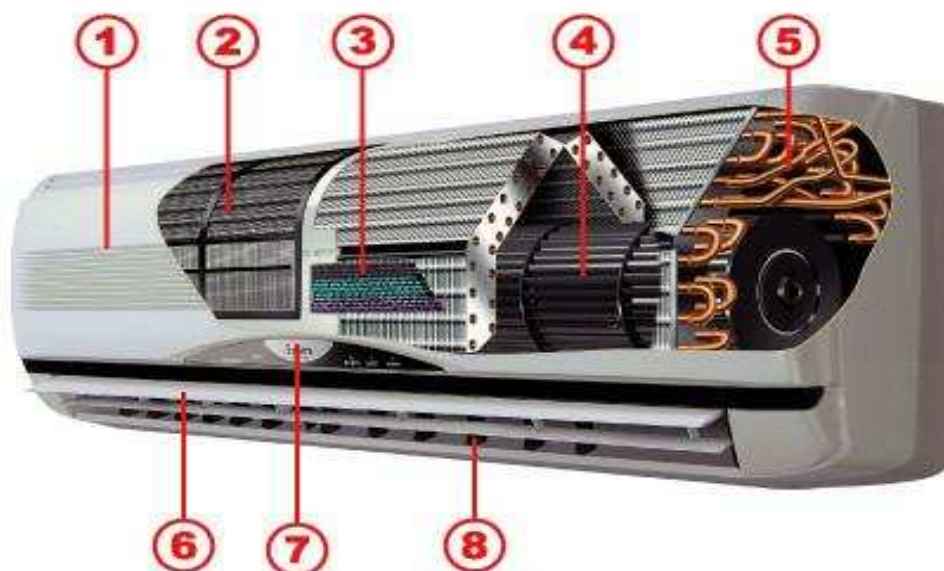


Рис.2.45 - Внутренний блок кондиционера

1 - передняя панель - пластиковая решетка, через которую внутрь блока поступает воздух. панель легко снимается для обслуживания кондиционера (чистки фильтров и т.п.); 2 - фильтр грубой очистки, представляющий пластиковую сетку (он предназначен для задержки крупной пыли, шерсти животных, тополиного пуха и т.п.) (для нормальной работы кондиционера фильтр необходимо чистить не реже двух раз в месяц); 3 - система фильтров состоит из различных фильтров тонкой очистки среди которых обычно бывают: угольный (удаляет неприятные запахи), электростатический (задерживает мелкую пыль), антибактериальные и т.п.; 4 - вентилятор, предназначенный для циркуляции очищенного и охлажденного или подогретого воздуха в помещении; 5 - испаритель - это радиатор (теплообменник), в котором происходит нагрев холодного хладагента и его испарение и продуваемый через радиатор воздух, соответственно, охлаждается; 6 - горизонтальные жалюзи, предназначены для регулировки направление воздушного потока по вертикали. эти жалюзи имеют электропривод и их положение может регулироваться с пульта дистанционного управления. кроме этого, жалюзи могут автоматически совершать колебательные движения для равномерного распределения воздушного потока по помещению; 7 - индикаторная панель состоит из индикаторов (светодиодов), показывающих, в каком режиме работы кондиционера и сигнализирующие о возможных неисправностях; 8 - вертикальные жалюзи, которые регулируют направление воздушного потока по горизонтали; 9 - плата управления (на рисунке не показана), на которой размещен блок электроники с центральным микропроцессором; 10 - штуцерные соединения (на рисунке не показаны), расположены в нижней задней части внутреннего блока. к ним подключаются медные трубы, соединяющие наружный и внутренний блоки

2.4.1.3. Принцип работы кондиционера

В основе работы любого кондиционера лежит свойство жидкостей поглощать тепло при испарении и выделять — при конденсации. Чтобы понять, каким образом происходит этот процесс, рассмотрим схему работы кондиционера на примере сплит-системы (рис. 2.46).

Компрессор, конденсатор, ТРВ (терморегулирующий вентиль) и испаритель соединены медными трубами и образуют холодильный контур, внутри которого циркулирует смесь фреона и небольшого количества компрессорного масла.

В процессе работы кондиционера происходит следующее: - на вход компрессора из испарителя поступает газообразный фреон под низким давлением в 3 - 5 атм. и температурой 10 - 20°C. Компрессор сжимает фреон до давления 15-25 атм., в результате чего фреон нагревается до 70 - 90°C, после чего поступает в конденсатор.

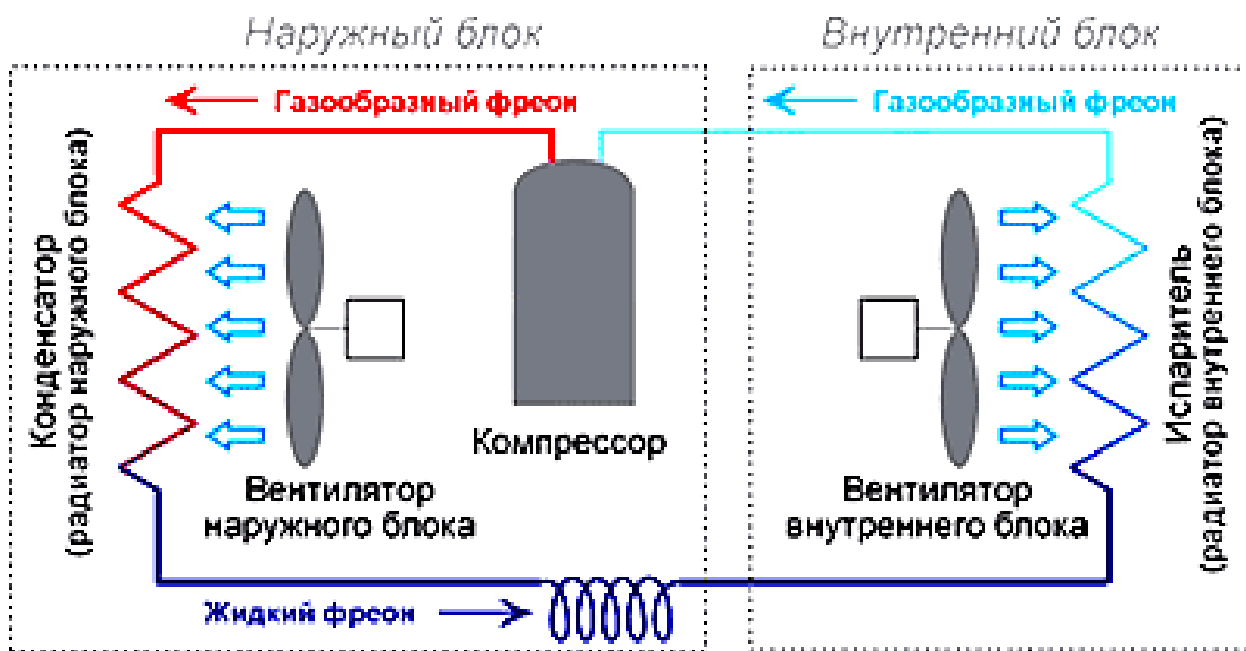


Рис.2.46 - Принцип работы кондиционера

Благодаря интенсивному обдуву конденсатора, фреон остывает и переходит из газообразной фазы в жидкую с выделением дополнительного тепла. Соответственно, воздух, проходящий через конденсатор, нагревается. На выходе конденсатора фреон находится в жидком состоянии, под высоким давлением и с температурой на 10 - 20° С выше температуры атмосферного воздуха. Из конденсатора теплый фреон поступает в терморегулирующий вентиль (ТРВ), который в простейшем случае представляет собой капилляр (длинную тонкую медную трубку, свитую в спираль). На выходе из ТРВ давление и температура фреона существенно понижаются, часть фреона при этом может испариться. После ТРВ смесь жидкого и газообразного фреона с низким давлением поступает в испаритель. В испарителе жидкий фреон переходит в газообразную фазу с поглощением тепла, соответственно, воздух, проходящий через испаритель, остывает. Далее газообразный фреон с низким давлением поступает на вход компрессора и весь цикл повторяется.

Этот процесс лежит в основе работы любого кондиционера и не зависит от его типа, модели или производителя.

Одна из наиболее серьезных проблем в работе кондиционера возникает в том случае, если в испарителе фреон не успевает полностью перейти в газообразное состояние. В этом случае на вход компрессора попадает жидкость, которая, в отличие от газа, несжимаема. В результате компрессор просто выходит из строя.

Причин, по которым фреон не успевает испариться может быть несколько. Самые распространенные — это загрязненные фильтры (при этом ухудшается обдув испарителя и теплообмен) и включение кондиционера при отрицательных температурах наружного воздуха (в этом случае в испаритель поступает слишком холодный фреон).

Фреон — это хладагент, то есть вещество, которое переносит тепло из внутреннего блока сплит-системы в наружный.

Фреоны (хлорфторуглероды) представляют собой смесь метана и этана, в которых атомы водорода замещаются атомами фтора и хлора. Все хладагенты, используемые в бытовых приборах, являются негорючими и безвредными для людей веществами. Существует несколько типов фреона, отличающиеся химическими формулами и физическими свойствами. В кондиционерах чаще всего используются фреоны R-12, R-22, R-134a, R-407C, R-410A и некоторые другие.

Многие фреоны, в том числе и R-22 разрушают озоновый слой. Для измерения «вредности» фреонов был введен озонобезопасный фреон R-407C и R-410A.

Новые озонобезопасные фреоны имеют более высокое давление конденсации — до 26 атмосфер против 16 атм., которые у фреона R-22; то есть все элементы холодильного контура кондиционера должны быть более прочными, а значит и более дорогими.

Озонобезопасные фреоны являются неоднородными, то есть они состоят из смеси нескольких простых фреонов. Это приводит к тому, что даже при незначительной утечке из фреона сначала испаряются более легкие компоненты, изменяя его состав и физические свойства. После этого приходится сливать весь ставший некондиционным фреон и заново заправлять кондиционер. В этом отношении фреон R-410A является более предпочтительным, поскольку он является условно изотропным, то есть все его компоненты испаряются примерно с одинаковой скоростью и при незначительной утечке кондиционер можно просто дозаправить.

2.4.1.4. Системы защиты кондиционера

Если потребительские функции у всех кондиционеров одинаковы, то функции защиты от неправильной эксплуатации или неблагоприятных внешних условий, напротив, существенно отличаются.

Полноценная система контроля за состоянием кондиционера увеличивает его стоимость. Даже в первой группе многие кондиционеры имеют лишь частичную защиту от неправильной эксплуатации.

1. **Рестарт.** Эта функция позволяет кондиционеру включаться после перебоев с электропитанием. Причем кондиционер включится в тот же режим, в котором работал перед сбоем. Эта простейшая функция реализуется на микропрограммном уровне и поэтому присутствует почти во всех кондиционерах.
2. **Контроль за фильтрами.** Если фильтры внутреннего блока кондиционера не чистить, то за несколько месяцев на них нарастет такой слой пыли, что производительность кондиционера уменьшится в несколько раз. В результате нарушится нормальная работа холодильной системы и на вход компрессора вместо газообразного будет поступать жидкий фреон, что с большой вероятностью приведет к заклиниванию компрессора. Но даже если компрессор и не выйдет из строя, то со временем пыль налипнет на пластинах радиатора внутреннего блока, попадет в дренажную систему и внутренний блок. Последствия эксплуатации кондиционера с грязными фильтрами могут быть самыми серьезными. Для защиты в кондиционер встраивают систему контроля за чистотой фильтров — если фильтры загрязнились, то загорается соответствующий индикатор.
3. **Контроль утечки фреона.** В любой сплит-системе количество фреона со временем уменьшается из-за нормируемой утечки. Для человека это не опасно, поскольку фреон — инертный газ, но кондиционер без дозаправки может «прожить» только 2 — 3 года.

Дело в том, что компрессор кондиционера охлаждается фреоном и при его недостатке может перегреться и выйти из строя. Сейчас большинство производителей переходит на электронные системы контроля, которые измеряют температуру в ключевых точках системы и/или ток компрессора. На основании этих данных вычисляются все рабочие параметры холодильной системы, в том числе и давление фреона.

4. **Защита по току.** По току компрессора можно определить целый ряд неисправностей холодильной системы. Пониженный ток говорит о **том**, что компрессор работает без нагрузки, то есть вытек фреон. Повышенный ток сигнализирует о том, что на вход компрессора поступает не газообразный, а жидкий фреон, что может быть вызвано либо слишком низкой температурой наружного воздуха, либо грязными фильтрами внутреннего блока. Таким образом, датчик тока компрессора позволяет существенно повысить надежность кондиционера.
5. **Автоматическая разморозка.** При температуре наружного воздуха ниже $+5^{\circ}\text{C}$ внешний блок кондиционера может покрыться слоем инея или льда, что приведет к ухудшению теплообмена, а иногда к поломке вентилятора из-за удара лопастей об лед. Чтобы этого не происходило, система контроля следит за условиями работы кондиционера и, если возникает риск обледенения, периодически включает систему авторазморозки (кондиционер работает 5 — 10 минут в режиме охлаждения без включения вентилятора внутреннего блока, при **этом** теплообменник наружного блока нагревается и оттаивает).
6. **Защита от низких температур.** Включать неадаптированный кондиционер при отрицательных температурах наружного воздуха категорически не рекомендуется. Для предотвращения поломки, некоторые модели кондиционеров автоматически отключаются, если температура на улице опустилась ниже определенной отметки (обычно минус 5 — 10°C).

2.4.1.5. Уровень шума кондиционера

Уровень шума измеряется в децибелах (дБ) - относительной единице, показывающей во сколько раз один звук громче другого.

За 0 дБ принят порог слышимости (заметим, что звуки с уровнем менее 25 дБ фактически не слышны). Уровень шепота - 25 — 30 дБ, шум в офисном помещении, как и громкость обычного разговора, соответствует 35 — 45 дБ, а шум оживленной улицы или громкого разговора — 50 — 70 дБ.

При закрытых окнах, а иначе эксплуатировать кондиционер не допускается, шум наружного блока практически не слышен.

Контрольные вопросы

1. Что такое газообразное топливо.
2. Какие горючие и негорючие газы вы знаете.
3. Дайте характеристику природных и искусственных газов.
4. Перечислите газопроводы, которые применяются в городских системах газоснабжения.
5. Перечислить виды распределительных газопроводов.
6. Сколько ступеней давления бывает в системах газоснабжения.
7. Дайте характеристику многоступенчатой системы газоснабжения крупного города.
8. Какие трубы применяются в системах газоснабжения.
9. Дайте определение инженерных коммуникаций.
10. Какие бывают способы прокладки инженерных коммуникаций.
11. Перечислите методы защиты инженерных коммуникаций от коррозии.
12. Роль компенсаторов в системах теплогазоснабжения.
13. Какая строительная техника применяется при прокладке трубопроводов.
14. Какие бывают системы вентиляции.
15. Перечислить факторы вредности, устраняемые с помощью системы вентиляции.
16. Какие бывают вентиляторы в системах механической вентиляции.
17. Что такое кондиционирование.
18. Как устроены сплит-системы.

ЛЕКЦИЯ 3. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

3.1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Техническая диагностика - область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объекта. Техническое состояние - состояние, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, значениями параметров, установленных технической документацией на объект.

Диагностирование - определение технического состояния объекта с определенной (заданной) точностью.

Средства диагностирования - аппаратура и программы с помощью которых осуществляется диагностирование.

Способ диагностирования - техническое диагностирование, основанное на определенных физических и расчетных принципах.

Методика диагностирования - установленные технические правила проведения технического диагностирования, основанные на определенном способе.

Диагностика - греческое слово, означающее распознавание. Обеспечение безопасности конструкции начинается задолго до пуска ее в эксплуатацию. Проводятся расчеты, испытания, проектно-конструкторские и др. работы, связанные с созданием конструкции. На второй стадии - стадии эксплуатации - начинают действовать мероприятия по контролю за ее состоянием, оценки ее ресурса и определения реального остаточного ресурса.

Основной задачей технической диагностики является распознавание состояния технической системы в условиях ограниченной информации.

3.2. НЕРАЗРУШАЮЩИЕ СПОСОБЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Сварные швы и соединения ответственных трубопроводов должны быть непроницаемыми для различных жидкостей и газов. Неплотности в швах снижают их прочность при вибрационных нагрузках, уменьшают коррозионную стойкость, вызывают утечку хранимых и транспортируемых продуктов и создают недопустимые условия эксплуатации сварных конструкций.

Контроль непроницаемости сварных соединений в трубопроводах проводят в соответствии с ГОСТ, включая следующие виды испытания: керосином, обдувом, аммиаком, воздушным давлением, гидравлическим давлением, наливом и поливом.

Кроме этого, непроницаемость сварных соединений определяют вакуумным методом и газоэлектрическими течеискателями.

Перед проведением испытаний должны быть устранены все дефекты, выявленные внешним осмотром.

Испытание керосином основано на способности многих жидкостей подниматься по капиллярным трубкам, какими в сварных швах являются сквозные поры и трещины. Керосин обладает высокой смачивающей способностью и сравнительно малой вязкостью, что обеспечивает большой эффект этого способа контроля.

Испытание сварных соединений керосином проводят следующим образом. После внешнего осмотра простукивают молотком или подвергают вибрации основной металл на расстоянии 30-40 мм. От шва и тщательно очищают сварное соединение от шлака, ржавчины, масла и др. загрязнений.

Затем с помощью пульверизатора сварные швы покрывают меловым раствором (350-450 гр. молотого мела или каолина на 1 л воды) с той стороны, которая более доступна для осмотра.

После высыхания мелового раствора другую сторону шва обильно смачивают керосином и выдерживают в течении определенного времени.

О наличии пор, свищей, сквозных трещин и непроваров свидетельствуют жирные желтые точки или полосы керосина на меловом слое, которые с течением времени расплываются в пятна. Поэтому необходимо тщательно следить за появлением первых точек или полосок и своевременно отмечать границы дефектных участков.

При испытании обдувом одну сторону сварного шва промазывают мыльным раствором (вода 1л, мыло хозяйственное 100 г), а другую обдувают сжатым

воздухом, подаваемым по гибкому шлангу с наконечником под давлением 4 кгс/см^2 . Расстояние между наконечником и швом должно быть не более 50 мм.

Сквозные дефекты обнаруживают по появлению пузырей на промазанной мыльным раствором стороне шва.

В основу испытания аммиаком положено свойство некоторых индикаторов, например, спиртового раствора фенолфталеина или водного раствора азотнокислотной ртути, изменять окраску под воздействием щелочей, в данном случае сжиженного аммиака.

Испытанию давлению газа подвергают емкости и трубопроводы работающие под давлением, с целью контроля общей непроницаемость сварной конструкции.

После герметизации в них создают испытательное давление и промазывают сварные швы мыльным раствором (100 г мыла на 1 л воды). Появление мыльных пузырей на промазанной поверхности свидетельствует о проницаемости шва.

При испытании сжатыми газами следует тщательно соблюдать правила техники безопасности. Трубопроводы испытывают отдельными изолированными участками с предупредительными знаками об опасности.

Гидравлическим давлением проверяют прочность и плотность сварных соединений различных емкостей, котлов паропроводов, водопроводов, газопроводов и др. сварных конструкций, работающих под высоким давлением

Перед испытанием сварное изделие герметизируют водонепроницаемым заглушками, обтирают или обдувают сжатым воздухом сварные швы до получения сухой поверхности.

После полного заполнения изделия водой с помощью насоса или гидравлического пресса создают избыточно контрольное давление, величину которого принимают в соответствии со стандартными. В процессе испытания давление определяют по проверенным и о plombированным манометрам

Проницаемость сварных швов и места сварных дефектов устанавливают по снижению испытательного давления и появлению течи или просачиванию воды в виде капель, а также по запотеванию поверхности шва или вблизи него

Недостатками этого способа контроля являются необходимость в источниках водоснабжения и трудности, возникающие при испытании в зимнее время на открытом воздухе.

Вертикальные резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов, газгольдеры и др. крупные емкости испытывают наливом воды.

3.3. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Ультразвуковой контроль - это вид неразрушающего контроля, основанный на регистрации параметров упругих волн, возбуждаемых и (или) возникающих в контролируемом объекте. Процессы механических колебаний и их распространение в твердых, жидких или газообразных веществах рассматриваются наукой о звуке - *акустикой*.

Ультразвуком называют акустические колебания, частота которых лежит в диапазоне от 20 кГц до 1000 МГц, т.е. выше диапазона частот, воспринимаем человеческим ухом. Для ультразвукового контроля промышленной продукции обычно применяются колебания в диапазоне частот от 0,8 МГц до 10 МГц.

С помощью ультразвукового неразрушающего контроля:

- выявляют дефекты типа нарушения сплошности (раковины, поры, неметаллические включения, трещины различных видов, непровары, непропаи, дефекты многослойных конструкций и др.);
- контролируют геометрические размеры изделий (толщины труб, прутков, листов и др., имеющих односторонний доступ);
- определяют физико-механические свойства и структуру материала (механические свойства, модуль упругости, величину зерна отклонения от режимов термической и пластической обработки).

В 1929 г. член. корр. АН СССР С.Я. Соколов первым предложил для выявления дефектов материала теневой акустический метод с непрерывным излучением. Эту дату можно назвать днем рождения ультразвуковой дефектоскопии.

В 1931 г. О. Мюльхойзер получил первый патент на прибор для ультразвукового контроля теньевым методом. Серийные приборы для теневого метода контроля были созданы уже во второй половине 40-х гг.

В 1940 г. Ф. Файерстон первым предложил использовать эхоимпульсный метод для ультразвукового контроля материалов, имеющий более высокую чувствительность, чем теневой метод с непрерывным излучением. Для совершенствования последнего в 1941г. С. Я. Соколов предложил использовать частотную модуляцию, но вскоре этот метод был вытеснен эхоимпульсным и потерял свое значение. В настоящее время ультразвуковой эхоимпульсный метод применяется в следующих областях:

- на транспорте для контроля элементов корпусов транспортных средств колес, рельсов;
- в металлургии - для контроля литых, кованных и катанных изделий
- в судостроении, машиностроении и производстве стальных конструкций
- для контроля заготовок и сварных соединений;
- в химической промышленности и энергетике - для контроля сосудов и трубопроводов, работающих под давлением, и пр.

Методы ультразвукового контроля:

- теневой метод;
- зеркально-теневой метод;
- эхо-зеркальный метод;
- дельта-метод.

Теневой метод - признаком наличия дефекта является уменьшение амплитуды, прошедшего сигнала.

Зеркально-теневой метод - признаком дефекта является уменьшение амплитуды прошедшего сигнала.

При **эхо-зеркальном** методе щуп-излучатель посылает через сварной шов импульсы ультразвуковых волн, которые при встрече с дефектом отражают от него и улавливаются щупом-приемником. Эти импульсы фиксируются на экране электроннолучевой трубки дефектоскопа в виде пиков, свидетельствующих о наличии дефекта. Измеряя время от момента посылки импульса до приема обратного сигнала, можно определить и глубину залегания дефектов. Основное достоинство этого метода состоит в том, что контроль можно проводить при одностороннем доступе к сварному шву без снятия усиления или предварительной обработке шва. Этот метод получил наибольшее применение при ультразвуковой дефектоскопии сварных швов.

Преимущества: хорошо выявляются дефекты с вертикальной ориентацией позволяет определить форму дефекта; односторонний доступ к изделию.

Дельта метод - признаком наличия дефекта является появление сигнала на дефектоскопе. Преимущества: хорошо выявляются дефекты с малым раскрытием (вертикальные трещины).

3.4. ЭХО-ИМПУЛЬСНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ

Принцип эхо-импульсного контроля основан на регистрации сигналов, отраженных от границы несплошности (дефекта), имеющийся в материале контролируемого изделия или от поверхности изделия. Эхо-метод еще называется методом отражения.

Для реализации метода в контролируемые изделия с помощью источника звука (излучателя) излучается ультразвуковой импульс, который распространяется в материале изделия с постоянной скоростью (зондирующий импульс). При встрече зондирующего импульса с границей раздела между материалом и несплошностью (или поверхностью изделия) часть звуковой энергии отражается (эхо) и попадает на приемник звука.

3.4.1. Эхо-импульсный дефектоскоп

Эхо-импульсный дефектоскоп предназначен для обнаружения дефектов типа нарушения сплошности, оценки их размеров и определения глубины (координаты) их залегания. Основными параметрами сигнала, подлежащими оценке с помощью дефектоскопа, являются амплитуда эхо-сигнала и время пробега.

3.4.2. Эхо-импульсный толщиномер

Ультразвуковой толщиномер предназначен для измерения толщины стенок деталей, доступных только с одной стороны. Для этого в толщиномере производится автоматическое измерение времени пробега между противоположными поверхностями стенки детали, которые прямо пропорционально толщине стенки и обратно пропорциональны скорости звука в материале контролируемого изделия. При этом предполагается, что материал является однородным и скорость звука в нем известна. Измеренное значение времени пробега умножается на половину скорости звука (т.к. волна проходит расстояние, равное двойной толщине) и индицируется.

3.5. РАДИАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

К радиационным методам контроля относится контроль гамма и рентгеновскими лучами. Этот метод наиболее широко используется во всех

отраслях народного хозяйства. В общем объеме применяемых неразрушающих методов контроля он составляет около 80% .

Рентгеновские и гамма-лучи - это коротковолновые электромагнитные колебания, аналогичные световым лучам, но с меньшей длиной волны.

Гамма-излучения является продуктом распада ядра атома, а рентгеновские излучения имеют внеядерное происхождение.

3.5.1. Рентгеновские излучения

Это излучение, открытое в 1895г. физиком Рентгеном, возникает при бомбардировке вещества (анода) потоком электронов высокой энергии.

По роду применения рентгеновские аппараты разделяют на стационарные и переносные. Рентгеновские аппараты работают от электрической сети через трансформаторы с высоковольтной (анодной) и низковольтной (накальной) обмоткой. При контроле различных материалов, сварных соединений радиационными методами применяют три основных способа регистрации дефектов:

- Радиографический с фиксацией дефектов на рентгеновской пленке.
- Ксерорадиографический с фиксацией дефектов сначала на ксеропластике, а затем на писчей бумаге.
- Визуальный флюороскопический с обнаружением дефектов на экране электрооптического усилителя ЭОП.

Эти способы позволяют выявить следующие дефекты в сварном шве: газовые включения; непровары; прожеги; разность в толщине стенок; смещение стыкуемых элементов; крупные трещины.

3.6. МАГНИТНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

Магнитные методы контроля основаны на намагничивании контролируемого сварного соединения.

При магнитном контроле необходимо, чтобы дефекты были расположены перпендикулярно или под небольшим углом к направлению магнитного потока. При параллельном расположении дефекта рассеяния почти не возникает и дефект обнаружить невозможно.

Среди магнитных методов контроля различают: метод магнитного порошка, магнитографической и электромагнитный

3.6.1. Метод магнитного порошка

Магнитная порошковая дефектоскопия основана на способности ферромагнитных частиц, находящихся в магнитном поле, ориентироваться в направлении поля и скапливаться в местах наибольших дефектов. Где возник поток рассеяния, образуются хорошо видимые скопления частиц порошка, по которым судят о наличии дефектов в сварном соединении.

Источниками тока для намагничивания служат сварочные трансформаторы, сварные генераторы, а также трансформаторы от контактных машин. В качестве магнитного порошка применяется чистая железная окалина, образующаяся при горячей калке и прокатке стали.

3.7. МАГНИТОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ

Сущность магнитографического метода контроля заключается в фиксации на магнитную ленту полей рассеяния, возникающих над дефектными участками шва при его намагничивании, и последующим воспроизведении этих полей при помощи магнитографических дефектоскопов.

Наиболее четко выявляются продольные трещины, непровары, цепочки и скопления шлаковых включений и газовых пор.

3.8. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ

Контролируемые сварные швы намагничивают с помощью специальных устройств, которые делятся на две группы: подвижные магниты, перемещаемые по длине или периметру контролируемого стыка; неподвижно устанавливаемые устройства, охватывающие весь периметр (или большую его часть) намагничиваемого шва.

3.9. ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ И МЕТОД КРАСОК

Эти методы контроля, называемые также капиллярной дефектоскопией, проводят с помощью проникающих жидкостей, которые наносятся на контролируемую поверхность. Скорость затекания жидкости в дефекты, а также время, необходимое для проникания жидкости в дефект.

Простота методов, несложная аппаратура, высокая производительность, отсутствие надобности в электроэнергии позволяют широко применять их в заводских, полевых и монтажных условиях.

Люминесцентный метод основан на свойства некоторых веществ обладать свечением под действием ультрафиолетового излучения.

Проникающая жидкость применяется следующего состава: 50% керосина; 25% бензина; 25% трансформаторного или вазелинового масла и 0,02-0,03% флуоресцирующего вещества, состоящего из концентрата углеродов с ярким желто-зеленым свечением в ультрафиолетовых лучах.

Люминесцентный метод выявляет в сварных соединениях трещины шириной 0,01мм и глубиной от 0,003-0,004 мм. Высокая чувствительность метода позволяет применять его для немагнитных сталей, цветных металлов и сплавов.

Методом красок или цветной дефектоскопией можно выявлять трещины с шириной раскрытия у выхода на поверхность от 0,001 мм в сварных соединениях трубопроводов и листовых конструкций из углеродистых и немагнитных сталей, цветных металлов, различных сплавов и пластмасс.

Для выявления дефектов на предварительно очищенную и обезжиренную поверхность сварного соединения наносят окрашенную в ярко красный цвет анилиновым красителем смачивающую жидкость специального состава, которая под действием капиллярных сил проникает в полость имеющегося дефекта или в межзеренные пространства.

После удаления красной краски на поверхность изделия наносится специальная белая краска, в состав которой входят вещества, адсорбирующие красную краску от дефектов. Образующийся при этом на фоне белой краски красный рисунок воспроизводит форму и характер дефектов, которые обнаруживаются невооруженным глазом или через лупу малого увеличения.

Метод красок по разрешающей способности выше люминесцентного, но несколько ниже магнитного.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные определения, которые применяются в технической диагностике.
2. Перечислите неразрушающие способы контроля качества сварных соединений.
3. Сущность ультразвукового метода контроля. Что такое ультразвук.
4. Какие бывают рентгеновские методы контроля.
5. Магнитные методы контроля и область их применения.
6. Сущность люминесцентного метода контроля и метода красок.

ГЛАВА II. ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

ЛЕКЦИЯ 4. ЗАКОНЫ И МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

4.1. ФОРМИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ КАК НАУКИ

Техническая механика (гидравлика) – наука, изучающая законы равновесия и движения жидкостей и разрабатывающая методы применения этих законов для решения различных прикладных задач. Название «гидравлика» произошло от греческих слов «хюдор» - вода и «аулос» - труба, желоб. В начале в понятие «гидравлика» включалось только учение о движении воды по трубам. В настоящее время почти во всех областях техники применяются различные гидравлические устройства, основанные на использовании гидравлических законов. Главнейшие области применения гидравлики – гидротехника, мелиорация и водное хозяйство, гидроэнергетика, водоснабжение и канализация, водный транспорт, машиностроение, авиация и т.д.

Первым научным трудом в области гидравлики считается трактат Архимеда (287 – 212 г.г. до н.э.) «О плавающих телах», хотя сведения о некоторых законах гидравлики были, видимо, известны и ранее, так как задолго до Архимеда строились оросительные каналы и водопроводы.

В древнем Египте, Индии, Китае были построены каналы и водохранилища грандиозных по тем временам размеров. Так, в Индии глубина некоторых водохранилищ достигала 15 м, в Китае около 2500 лет назад был построен великий канал длиной около 1800 км, который соединял приустьевые участки рек страны. В Риме 2300 лет назад был построен первый водопровод.

На территории нашей страны также были построены многочисленные каналы и сооружения для добычи и транспортирования воды. Земледелие в

районах Кавказа и Средней Азии велось с применением орошения. Некоторые из каналов, построенных в низовьях Амударьи около 2000 лет назад, используются и по сей день (естественно, после многоразовых ремонтов и реконструкций).

Старинные летописи и другие источники содержат сведения о строительстве в России различных сооружений на реках, о развитии водных путей, о попытках создания механизмов, использующих энергию водного потока, и о других конструкциях, осуществление которых было бы невозможно без знания основ гидравлики. Так, ещё в X – XI вв. на Руси существовали водопроводы из гончарных и деревянных труб. В 1115 г. был построен наплавной мост через Днепр в г. Киеве. В XIV – XV вв. применялась добыча воды из подземных источников, оборудованных довольно совершенными водопроводными устройствами.

В средние века в России возводились многочисленные плотины на реках. Так, в 1516 г. была построена плотина из камня на реке Неглинке в Москве.

Подъем в развитии гидравлики начался только через 17 веков после Архимеда. Формирование гидравлики как науки на прочной теоретической основе стало возможным только после работ академиков Петербургской Академии наук: М.В. Ломоносова (1711 – 1765г.г.), Д. Бернулли (1700 – 1782г.г.) и Л.Эйлера (1707 – 1783г.).

М.В. Ломоносов в 1760 г. в диссертации «Рассуждение о твердости и жидкости тел» сформулировал открытые им законы сохранения вещества и энергии. Д. Бернулли в 1738г. опубликовал выведенное им важнейшее уравнение, которое служит основой теоретических построений и практических расчетов в области гидравлики. Л.Эйлер в 1755г. вывел системы дифференциальных уравнений равновесия и движения жидкости.

Интересно, что наряду с гениальными теоретическими работами М.В. Ломоносова, Д. Бернулли и Л. Эйлера известны их работы в области создания гидравлических приборов и устройств. М.В. Ломоносов изобрел универсальный барометр, вискозиметр (прибор для исследования вязкости жидкости),

прибор для определения скорости течений в море, а также занимался усовершенствованием гидравлических машин и устройств.

Д. Бернулли изобрел водоподъемник, установленный в с. Архангельском под Москвой, который поднимает воду на высоту 30м. Л. Эйлер предложил конструкцию турбины, вывел так называемое «турбинное уравнение», создал основополагающие труды в теории корабля.

В 1791 г. в Петербурге А. Колмаков опубликовал книгу «Карманная книжка для вычисления количества воды, протекающей через трубы, отверстия», которая явилась первым справочником по гидравлике.

Первое в России учебное пособие по гидравлике было выпущено в 1836г. П.П. Мельниковым под названием «Основания практической гидравлики или о движении воды в различных случаях».

Во второй половине XIXв. в России появляются работы, оказавшие большое влияние на последующее развитие гидравлики. И.С. Громека (1851 – 1889г.) создал основы теории винтовых потоков и потоков с поперечной циркуляцией. Д.И. Менделеев (1834 – 1907г.) в своей работе «О сопротивлении жидкости и воздухоплавании» в 1880г. привел важные выводы о наличии двух режимов движения жидкости (ламинарного и турбулентного). Далее Н.П. Петров (1836 – 1920) сформулировал закон внутреннего трения в жидкости. Н.Е. Жуковский (1847 – 1921г.) разработал теорию гидравлического удара в водопроводных трубах, теорию движения наносов в реках и основополагающие предложения в области фильтрации.

Труды академика Н.Н. Павловского (1884–1937г.) в области равномерного и неравномерного движения, фильтрации через земляные плотины и под гидротехническими сооружениями явилась весьма большим вкладом в развитие гидравлики и послужили основой наряду с работами его учеников и последователей в СССР для создания инженерной гидравлики, широко используемой при расчетах в гидротехнике.

В настоящее время гидравлические исследования и расчеты вновь возводимых гидротехнических сооружений и объектов водохозяйственного и мелиоратив-

ного строительства проводятся во многих научно-исследовательских и учебных институтах. Гидравлика делится на:

- гидростатику;
- гидродинамику.

Гидростатика изучает законы равновесия жидкостей. В качестве примера условие равновесия можно привести закон Архимеда: сила давления покоящейся жидкости на погруженное в неё тело - архимедова сила – равна весу жидкости $\rho g W$ в объеме, вытесненном телом, направлена по вертикали вверх и приложена в центре тяжести этого объема.

Гидродинамика изучает законы движения жидкости, например: ламинарный и турбулентный режимы движения жидкости, число Рейнольдса.

При исследовании гидравлических явлений и расчетах в гидравлике применяют *аналитический и экспериментальный* методы. В аналитическом методе применяют уравнения механики и получают уравнения движения и равновесия жидкости, устанавливающие зависимости между кинематическими и динамическими характеристиками движущейся жидкости.

Применение моделей вносит погрешности в результаты аналитических исследований, которые оцениваются экспериментальным путем.

Экспериментальные исследования в гидравлике имеют важное значение. Изучение гидравлических явлений на моделях, созданных на основе теории подобия с применением определенных методик моделирования, позволяет получить данные о параметрах, которыми будет характеризоваться явление в натурных условиях. Экспериментальные исследования позволяют в необходимых случаях уточнить результаты, полученные в аналитических расчетах, при принятии тех или иных допущений.

4.2. ЖИДКОСТИ И ИХ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Все вещества в природе имеют молекулярное строение. По характеру молекулярных движений, а также по численным значениям межмолекулярных

сил жидкости занимают промежуточное положение между газами и твердыми телами. Свойства жидкостей при высоких температурах и низких давлениях ближе к свойствам газов, а при низких температурах и высоких давлениях – к свойствам твердых тел.

В газах расстояния между молекулами больше, а межмолекулярные силы меньше, чем в жидкостях и твердых телах, поэтому газы отличаются от жидкостей и твердых тел большей сжимаемостью. По сравнению с газами жидкости и твердые тела малосжимаемы.

Молекулы жидкости находятся в непрерывном хаотичном тепловом движении, отличающемся от хаотичного теплового движения газов и твердых тел: в жидкостях это движение осуществляется в виде колебаний (10^{13} колебаний в секунду) относительно мгновенных центров и скачкообразных переходов от одного центра к другому. Тепловое движение молекул твердых тел – колебания относительно стабильных центров. Тепловое движение молекул газа – непрерывные скачкообразные перемены мест.

Диффузия молекул жидкостей и газов обуславливает их общее свойство – текучесть. Поэтому термин «жидкость» применяют для обозначения и собственно жидкости (несжимаемая или весьма мало сжимаемая, капельная жидкость), и газа (сжимаемая жидкость).

В гидравлике рассматриваются равновесие и движение капельных жидкостей. Капельное жидкое состояние – такое состояние, при котором плотность жидкости ρ почти не зависит от давления P и температуры t .

Гипотеза сплошности. Жидкость рассматривается как деформируемая система материальных частиц, непрерывно заполняющих пространство, в котором она движется. Жидкая частица представляет собой бесконечно малый объем, в котором находится достаточно много молекул жидкости. Например, если рассмотреть кубик воды со сторонами размером 0,001 см., то в объеме будет находиться $3,3 \cdot 10^{13}$ молекул. Частица жидкости полагается достаточно малой по сравнению с размерами области, занятой движущейся жидкостью. При таком предположении жидкость в целом рассматривается как континуум – сплошная

среда, непрерывно заполняющая пространство, т.е. принимается, что в жидкости нет пустот или разрывов, все характеристики жидкости являются непрерывными функциями, имеющими непрерывные частные производные по всем своим аргументам. Сплошная среда представляет собой модель, которая успешно используется при исследовании закономерностей покоя и движения жидкости.

Правомерность применения модели жидкость – сплошная среда подтверждена всей практикой гидравлики.

Плотность жидкости. Плотность однородной жидкости равна отношению массы M жидкости к ее объему W :

$$\rho = M / W \quad (4.1)$$

Плотность ρ во всех точках однородной жидкости одинакова.

Единица плотности (плотности массы) в системе СИ принята кг/м^3 .

Удельный вес γ однородной жидкости определяется как отношение веса G жидкости к ее объему W :

$$\gamma = G / W \quad (4.2)$$

Учитывая, что $G = Mg$, получим зависимость, используемую в расчетах:

$$\gamma = \rho g. \quad (4.3)$$

В системе СИ единица удельного веса принята Н/м^3 .

Отметим, что значение ускорения свободного падения g изменяется от $9,831 \text{ м/с}^2$ (на полюсе) до $9,781 \text{ м/с}^2$ (на экваторе).

Плотность жидкостей и газов зависит от температуры и давления. Все жидкости, кроме воды, характеризуются уменьшением плотности с ростом температуры. Плотность воды максимальна при $t=4^\circ\text{C}$ и уменьшается при понижении температуры до 0°C . Поэтому лед всплывает. А вода, как известно, при любой температуре всегда находится внизу.

Плотность морской воды при $t= 0^\circ\text{C}$ равна 1020 – 1030, нефти и нефтепродуктов – 650 - 900, чистой ртути – 13596 кг/м^3 .

При изменении давления плотность жидкостей изменяется незначительно. Для условий работы гидротехнических сооружений плотность воды можно считать постоянной, $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Сравните: плотность воздуха при $t = 0^\circ\text{C}$ и атмосферном давлении равна $1,29 \text{ кг/м}^3$.

Температура, при которой плотность воды максимальная, с увеличением давления уменьшается. Так, при давлении 14 МПа вода имеет максимальную плотность при $0,6^\circ\text{C}$.

Сжимаемость – свойство жидкостей изменять объем при изменении давления – характеризуется коэффициентом объемного сжатия (сжимаемости) β_w , Па^{-1} , представляющим относительное изменение объема жидкости W , м^3 , при изменении давления p , Па, на единицу:

$$\beta_w = -\frac{1}{w} \cdot \frac{dw}{dp} \quad (4.4)$$

Знак минус в формуле указывает, что при увеличении давления объем жидкости уменьшается.

Учитывая, что при неизменной массе $\rho = M / W$

$$-dW/W = dp/\rho, \quad (4.5)$$

имеем

$$\beta_w = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dp} \quad (4.6)$$

Коэффициент объемного сжатия β_w определяет также относительное изменение плотности жидкости при изменении давления на единицу.

Сжимаемость воды весьма незначительна. При увеличении давления на 9,81 МПа объем воды уменьшается на $1/20000$ первоначального объема. В то же время сжимаемость воды примерно в 100 раз больше сжимаемости стали. Условия работы гидротехнических сооружений позволяют считать воду несжимаемой средой. Но не следует забывать, что такое допущение правомерно лишь в тех случаях, когда изменения давления невелики. Так, сжимаемость воды существенно сказывается на положении уровня водной поверхности

Мирового океана. Если бы вода была абсолютно несжимаема, то отметки уровня воды в океанах поднялись бы примерно на 30 м.

В практике эксплуатации гидравлических систем имеются случаи, когда вследствие действия того или иного возмущения (например, резкого закрытия или открытия запорного устройства в трубопроводе) в жидкости значительно изменялось давление. В таких случаях пренебрежение сжимаемостью приводит к существенным погрешностям.

Температурное расширение – свойство жидкостей изменять объем при изменении температуры – характеризуется температурным коэффициентом объемного расширения, представляющим относительное изменение объема жидкости при изменении температуры на единицу (на 1°С) и при постоянном давлении:

$$\beta_t = \frac{1}{W} \frac{dW}{dt} \quad (4.7)$$

Для большинства жидкостей коэффициент β_t с увеличением давления уменьшается. Для воды с увеличением давления при температуре до 50°С β_t растет, а при температуре выше 50°С уменьшается.

Вязкость - свойство жидкости оказывать сопротивление относительному сдвигу ее слоев. Вязкость проявляется в том, что при относительном перемещении слоев жидкости на поверхностях их соприкосновения возникают силы сопротивления сдвигу, называемые силами внутреннего трения, или силами вязкости. Благодаря этим силам медленнее движущийся слой жидкости «тормозит» соседний слой, движущийся быстрее, и наоборот. Силы внутреннего трения появляются вследствие наличия межмолекулярных связей между движущимися слоями.

Силы внутреннего трения в жидкости впервые были обнаружены Ньютоном. Он установил пропорциональность между силой внутреннего трения, площадью соприкосновения слоев и относительной скоростью перемещения слоев.

Растворение газов. Все жидкости в той или иной мере поглощают и растворяют газы. Согласно закону Генри – Дальтона при давлениях до 30 МПа и постоянной температуре относительный объем $W_r/W_{ж}$ растворенного газа равен постоянной величине K_p , называемой коэффициентом растворимости. Коэффициент растворимости зависит от температуры.

Кипение – процесс перехода жидкости в газообразное состояние, происходящий внутри жидкости. Жидкость можно довести до кипения повышением температуры до значений, больших температуры кипения при данном давлении, или понижением давления до значений, меньших давления насыщенных паров $p_{н.п}$ жидкости при данной температуре. Обычно при понижении давления до давления насыщенных паров жидкости (при данной температуре) в жидкости образуются пузырьки, заполненные парами жидкости или газами, выделившимися из жидкости, т.е. происходит так называемое «холодное кипение». При нормальном атмосферном давлении ($p=760$ мм рт. столба) вода кипит при температуре 100°C , но при изменении давления температура кипения также будет меняться.

Поверхностное натяжение. Известно, что молекулы жидкости, находящиеся на границе с газом, твердым телом или между двумя несмешивающимися жидкостями, испытывают со стороны остальных молекул жидкости не уравновешенное извне воздействие. Под влиянием этого воздействия поверхность жидкости стремится принять форму, соответствующую наименьшей площади. Малые массы жидкости в воздухе стремятся к шарообразной форме, образуя капли.

Чтобы увеличить поверхность жидкости, необходимо часть внутренних молекул вывести на поверхность, для чего придется совершить работу. Это можно представить как наличие сопротивления граничной поверхности жидкости растяжению и считать, что по поверхности распределены силы, препятствующие растяжению. Эти силы действуют по касательным к поверхности направлениям и называются **силами поверхностного натяжения**.

Добавка в жидкость поверхностно-активных веществ (ПАВ) может заметно уменьшить поверхностное натяжение.

Влияние поверхностного натяжения необходимо учитывать при изучении потоков с малой глубиной, при захвате окружающего воздуха движущейся жидкостью (аэрация жидкости), в капиллярах и т.д.

В трубках малого диаметра (капиллярах) наблюдается искривление свободной поверхности, граничащей с газом или с парами этой же жидкости. Если поверхность трубки смачивается, свободная поверхность жидкости в капилляре вогнутая. Если нет смачивания, свободная поверхность выпуклая. В этих случаях силы поверхностного натяжения обуславливаются дополнительными напряжениями в жидкости.

Поднятие воды в капиллярах в почве и грунтах является важным фактором в распространении воды. Высота капиллярного поднятия в грунтах изменяется от нуля (галечники) почти до 5 м (глины). При этом с увеличением минерализации воды высота капиллярного поднятия увеличивается.

Поверхностное натяжение и капиллярные эффекты определяют закономерности движения жидкости в условиях невесомости.

Особые свойства воды. Вода обладает чрезвычайно большой теплоемкостью, например, в 10 раз большей, чем железо, в 33 раза большей, чем ртуть, в 3,3 раза большей, чем спирт и глицерин, и т.д.

Вода обладает очень высокой **теплотой испарения и скрытой теплотой плавления**. Например, теплота испарения воды в 8 раз, а скрытая теплота плавления в 27 раз больше, чем теплота спирта. При атмосферном давлении для перехода воды в пар из окружающей среды требуется в 6,75 раза больше теплоты, чем при плавлении льда при том же давлении. При конденсации влаги (образовании тумана) выделяется значительное количество теплоты. Это используется в установках, создающих искусственный туман; такие установки помимо орошения могут использоваться для предохранения растений от заморозков.

Электропроводность сухого льда и снега гораздо меньше электропроводности воды, причем электропроводность воды сильно зависит от

наличия примесей, а на электропроводность льда они влияют очень мало. Электропроводность воды, естественно, зависит от количества растворенных в ней солей. Поэтому электропроводность морской воды на 2-3 порядка больше, чем электропроводность пресной речной воды, а по сравнению с химически чистой водой при 18°С – примерно в 12 раз.

Вода является сильным **растворителем**. Эта способность воды характеризуется относительной **диэлектрической проницаемостью**, которая довольно высока и при 0° С составляет около 87. С ростом же температуры она уменьшается и достигает 55,7 при 100° С. Таким образом, по сравнению с воздухом и водяным паром, диэлектрическая проницаемость которых равна 1, эта характеристика для воды гораздо больше (для льда она равна 3,2).

В связи с наличием в воде растворенного воздуха, богатого кислородом, и ряда агрессивных компонентов вода воздействует на материалы, из которых возведены сооружения. При этом может происходить **коррозия**. Растворенные в воде соли и взвешенные в ней твердые частицы могут привести к «заростанию» стенок, например, трубопроводов, вследствие чего пропускная способность таких труб может существенно уменьшиться.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение технической механики (гидравлике).
2. Область применения гидравлики.
3. Какие методы применяют в гидравлике.
4. Перечислите и дайте характеристику основным физическим свойствам жидкости.
5. Назовите особые свойства воды.

ЛЕКЦИЯ 5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКЕ И ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

5.1. ВВЕДЕНИЕ

Теплотехника — область науки и техники, занимающаяся вопросами использования тепла. Различают два вида использования: энергетическое и технологическое.

Энергетическое использование тепла основывается на процессах, преобразующих тепло в механическую работу. Эти процессы изучаются технической термодинамикой. Энергетические устройства, в которых осуществляется преобразование тепла в работу, называют тепловыми двигателями.

Технологическое использование тепла основывается на реализации тепла непосредственно для процессов нагрева (или охлаждения) при осуществлении различных технологических процессов. К устройствам, в которых непосредственный подход или отвод тепла используется для технологических целей, относятся различные печи, сушилки, отопительные приборы, калориферы и т. д.

Наука, изучающая закономерности теплообмена между телами, называется теорией теплопередачи. Техническая термодинамика и теория теплопередачи составляют теоретическую часть теплотехнической науки.

В XVIII и XIX вв. в результате систематических исследований, проводимых русскими учеными, а также учеными западноевропейских стран и Америки, накапливались научные данные, способствовавшие развитию теплотехники как науки. Русские ученые были и есть пионеры в решении многих важнейших проблем теплотехники.

При решении вопросов современного строительства зданий видное место отводится строительной теплотехнике. В СССР пионером в создании строительной теплотехники является проф. В. Д. Мачинский. Его книга «Теплотехнические основы гражданского строительства» (1925г.) была первым фундаментальным трудом в этой области.

Технической термодинамикой называется наука о свойствах тепловой энергии и законах взаимопреобразования тепловой и механической энергии. Техническая термодинамика положена в основу изучения и усовершенствования всех тепловых двигателей. Как известно из практики, во взаимопреобразовании тепловой и механической энергии участвует рабочее тело, в роли

которого, как правило, выступают газообразные тела — газы и пары. Использование в качестве рабочего тела газов и паров объясняется тем, что они, обладая большим коэффициентом теплового расширения, могут при нагревании совершать гораздо большую работу, чем жидкости и твердые тела.

В термодинамике введено два понятия о газе. Газы, молекулы которых обладают силами взаимодействия и имеют конечные, хотя и весьма малые геометрические размеры, называются *реальными газами*. Газы, молекулы которых не обладают силами взаимодействия, а сами молекулы представляют собой материальные точки с ничтожно малыми объемами, называются *идеальными газами*. Понятие об идеальном газе введено для упрощения изучения термодинамических процессов и получения более простых расчетных формул.

Водяной пар рассматривают как реальный газ, к которому нельзя применять законы, установленные для идеальных газов. Все реальные газы являются парами тех или иных жидкостей; при этом чем ближе газ к переходу в жидкое состояние, тем больше его свойства отклоняются от свойств идеального газа.

5.2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СОСТОЯНИЯ ГАЗА И ИХ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

К основным параметрам состояния газов относятся: давление, абсолютная температура и удельный объем.

Давление. Давлением вообще называется сила, действующая на единицу площади поверхности тела перпендикулярно последней. Давление газа есть средний результат силового воздействия громадного числа молекул газа на внутреннюю поверхность сосуда, в котором заключен газ. Молекулы газа, находясь все время в движении, ударяются о поверхность сосуда и тем самым «давят» на его стенки.

В технике различают абсолютное давление $P_{\text{абс}}$, избыточное давление $P_{\text{изб}}$ и разрежение (вакуум) $P_{\text{в}}$.

Под абсолютным давлением подразумевается полное давление, под которым находится газ. Под избыточным давлением понимают разность между абсолютным давлением, большим, чем атмосферное, и атмосферным давлением. Разрежение (вакуум) характеризуется разностью между атмосферным давлением и абсолютным давлением, меньшим, чем атмосферное.

Температура — параметр, характеризующий тепловое состояние тела. Температура тела определяет направление возможного самопроизвольного перехода тепла от тела с большей температурой к телу с меньшей температурой.

Для измерения температур принята стоградусная шкала (ГОСТ 8550—61) и абсолютная термодинамическая шкала Кельвина. В стоградусной шкале при $p_6 = 101,325$ кПа (760 мм рт. ст.) за 0° принимается температура таяния льда, а за 100° С — температура кипения воды. Градус этой шкалы обозначается через $^\circ$ С.

В абсолютной термодинамической шкале Кельвина за нуль принято состояние тела, при котором тепловое движение молекул теоретически отсутствует. Из физики известно, что такое состояние наступает при температуре на $273,16^\circ$ (273° С) ниже 0° С.

Величина градуса по шкале Кельвина принимается равной градусу по стоградусной шкале: $1^\circ \text{ K} = 1^\circ \text{ C}$, следовательно: $\Delta T = \Delta t$

Связь между указанными шкалами устанавливается следующим соотношением:

$$T^\circ \text{ K} = t^\circ \text{ C} + 273^\circ$$

Удельный объем. Молекулярно-кинетическая теория устанавливает понятие объема, занимаемого газом, как пространства, в котором перемещаются его молекулы. Объем газа измеряется в кубических метрах. Количество газа определяется его массой, выраженной в килограммах. Удельным объемом, V , $\text{м}^3/\text{кг}$, называется объем единицы массы газа, т. е.

$$v = V/G \quad (5.1)$$

где V — полный объем газа, м^3 ;

G — масса газа, кг

$$\text{Обратная величина, } \text{кг}/\text{м}^3, \quad \rho = G/V \quad (5.2)$$

является плотностью, представляющей собой количество вещества, заключенного в 1 м^3 , т. е. массу единицы объема.

Кроме рассмотренных основных параметров газа существуют и другие параметры состояния: энтропия S , внутренняя энергия U и энтальпия i . Эти параметры будут рассмотрены дальше.

5.3. ТЕПЛОЕМКОСТЬ, КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛА

Теплоемкостью тела называется количество тепла, необходимое для нагрева тела на 1° С.

Теплоемкость измеряется энергетическими единицами — джоулем (Дж) на градус стогоградусной шкалы температур. В технических расчетах чаще применяется более крупная единица—килоджоуль (кДж). Если теплоемкость относят к какой-либо единице количества вещества (кг, м^3 , кмоль), то такая теплоемкость называется удельной и ее единица соответственно будет $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$, $\text{кДж}/(\text{м}^3\cdot\text{K})$, $\text{кДж}/(\text{кмоль}\cdot\text{K})$.

5.4. ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ РАБОЧЕГО ТЕЛА

В технической термодинамике под величиной внутренней энергии понимают запас энергии в теле, обусловленный тепловым (хаотическим) движением молекул. Таким образом, внутренняя энергия зависит от интенсивности поступательного и вращательного движения молекул, внутримолекулярных колебательных движений атомов молекул и от взаимного расположения (взаимодействия) молекул.

Кинетическая энергия поступательного и вращательного движения молекул, а также энергия внутримолекулярных колебательных движений атомов, как это доказывается в кинетической теории вещества, зависят только от температуры. Если принять, что влияние сил взаимодействия между молекулами равно нулю, т.е. рассматривать идеальный газ, то величина внутренней энергии

$$u = f(t). \quad (5.3)$$

где u — внутренняя энергия 1 кг массы газа

5.5. ЭНТАЛЬПИЯ ГАЗА

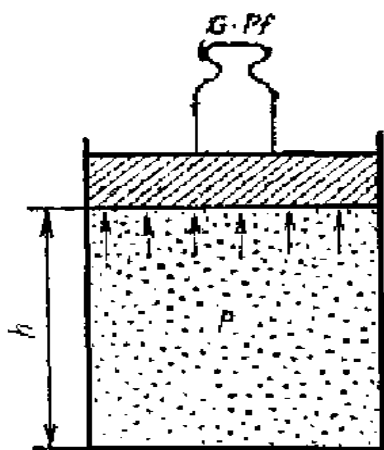


Рис. 5.1 - Схема, поясняющая понятие «энтальпия газа»

Понятию «энтальпия» можно дать следующее пояснение. Пусть в цилиндре под поршнем (рис. 5.1) находится 1 кг газа. На поршень сверху положен груз G , уравнивающий давление газа p . Очевидно, что $G=pf$, где f — площадь поршня. Вся система находится в равновесии.

В этом случае энергия системы (1 кг газа и груз) будет равна:

$$u+Gh=u+pfh \quad (5.4)$$

где u — внутренняя энергия газа;

Gh — потенциальная энергия груза, поднятого на высоту h .

Так как $fh=v$, т.е. объему 1кг газа в цилиндре, то полная энергия системы равна $u+pV$, т. е. величине энтальпии газа

5.6. ПРОЦЕССЫ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ИДЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ

В термодинамике вначале рассматривают так называемые основные процессы изменения состояния идеального газа. Таких процессов четыре:

- 1) изохорный (протекающий при постоянном объеме);
- 2) изобарный (протекающий при постоянном давлении);
- 3) изотермический (протекающий при постоянной температуре);
- 4) адиабатный (протекающий без теплообмена с окружающей средой). Затем рассматривают обобщающий процесс (политропный), по отношению к которому перечисленные процессы являются частными случаями.

Рассмотренным процессам придают математическое выражение и отображают их графически, определяя количество участвующего тепла, величину совершенной работы и изменение внутренней энергии, а также выявляют связь между параметрами состояния газа в начале и в конце процесса.

5.7. СУЩНОСТЬ ФОРМУЛИРОВОК ПЕРВОГО И ВТОРОГО ЗАКОНОВ ТЕРМОДИНАМИКИ

Первый закон термодинамики определяет количественные соотношения в процессе взаимопревращения тепловой и механической энергии, но не устанавливает условий, при которых такое взаимопревращение возможно. Условия, необходимые для превращения тепла в механическую энергию, раскрываются вторым законом термодинамики, который представляет собой, таким образом, очень важное дополнение к первому закону термодинамики. В основу современного учения о термодинамике положены оба эти закона.

Имеется целый ряд формулировок закона термодинамики, выражающих определенное свойство тепловой энергии в разных формах. Приводим две характерные формулировки.

1. Тепло само собой переходит лишь от тела с более высокой температурой к телу с более низкой температурой, но никогда наоборот; некомпенсированный переход тепла от тела с меньшей температурой к телу с большей температурой невозможен (Клаузиус).
2. Нельзя осуществить тепловой двигатель, единственным результатом действия которого было бы превращение тепла какого-либо тела в работу без того, чтобы часть тепла не передавалась другим телам (Томсон).

5.8. ДРОССЕЛИРОВАНИЕ ПАРА ИЛИ ГАЗА

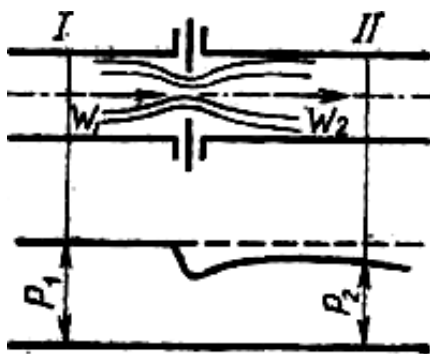


Рис 5.2 - Схема дросселирования пара или газа в трубопроводе

Резкое сужение в трубопроводе (дроссель-клапан, заслонка, калиброванная шайба и т. п.) снижает давление пара или газа при прохождении их через это сужение; давление пара или газа p_2 за местом сужения всегда меньше давления p_1 перед сужением (рис. 5.2).

Потеря давления $p_1 - p_2$ тем больше, чем больше сужение. Такое понижение давления называется дросселированием (а также мятием или редуцированием).

С дросселированием на практике приходится встречаться очень часто. Любой вентиль, кран или задвижка, установленные в трубопроводе, при неполном их открытии тоже вызывают дросселирование пара или газа и, следовательно, падение давления. Дросселированием пара или газа широко пользуются в различных теплогазо-потребляющих системах, которые снабжены для этой цели специально сконструированными клапанами.

5.9. ПОРШНЕВЫЕ ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Поршневые двигатели внутреннего сгорания классифицируют по следующим основным признакам:

- по способу осуществления рабочего цикла - четырехтактные, двухтактные;
- по способу смесеобразования и воспламенения рабочей смеси — с внешним смесеобразованием и воспламенением топлива от искры (карбюраторные, газовые); с внутренним смесеобразованием и воспламенением топлива от сжатия (дизели бескомпрессорные и компрессорные);
- по роду топлива — работающие на газообразном топливе, работающие на жидком топливе;
- по назначению — стационарные, передвижные, автотракторные, авиационные, судовые, для железнодорожного транспорта;
- по конструктивному исполнению — с вертикальным расположением цилиндров, с горизонтальным расположением цилиндров, с расположением цилиндров под углом (V-образные, W-образные, звездообразные, с оппозитивным расположением цилиндров).

5.10. КОМПРЕССОРЫ

Компрессором называется машина, предназначенная для сжатия и перемещения воздуха, газов и паров.

Выпускаемые промышленностью компрессоры различаются по следующим основным признакам:

- 1) по создаваемому давлению — низкого давления $p_{изб} = 0,2—1$ МПа; среднего давления $p_{изб} = 1—10$ МПа; высокого давления $p_{изб} = 10—100$ МПа; пределы давления даны для воздуха;
- 2) по принципу работы — объемные (поршневые, ротационные, зубчатые), лопастные (центробежные, осевые), струйные;
- 3) по роду сжимаемого газа — воздушные, газовые (кислородные, фреоновые и др.) и паровые;
- 4) по расположению оси цилиндра — горизонтальные, вертикальные, U-образные, W-образные;
- 5) по числу ступеней — одноступенчатые, двухступенчатые, многоступенчатые;
- 6) по числу цилиндров — одноцилиндровые, двухцилиндровые, многоцилиндровые;
- 7) по способу охлаждения цилиндров и промежуточных холодильников — с воздушным охлаждением (небольшие передвижные компрессоры), с водяным охлаждением (стационарные компрессоры);
- 8) по способу установки — стационарные и передвижные.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение теплотехники.
2. Какие процессы изучаются технической термодинамикой.
3. Что такое техническая термодинамика.
4. Раскройте сущность энергетического и технологического использования тепла.
5. Перечислите и охарактеризуйте основные параметры состояния газа.
6. Что такое теплоёмкость.
7. Какие основные процессы изменения состояния идеального газа.
8. Что такое дросселирование пара или газа.
9. Принцип работы двигателя внутреннего сгорания.
10. Что такое компрессор.

ЛЕКЦИЯ 6. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕПЛООБМЕНА

6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Теория теплообмена — это наука о процессах переноса тепла. С теплообменом связаны многие явления, наблюдаемые в природе и технике. Ряд важных вопросов проектирования и строительства зданий и сооружений решается на основе теории теплообмена или некоторых ее положений. Знание закона теплообмена позволяет инженеру-строителю увязать толщину и материал ограждающих конструкций с отопительными устройствами, разработать новые строительные материалы и конструкции, более экономичные и способные надежно защищать человека от холода, решить и другие вопросы, которые возникают в процессе развития строительной техники.

6.2. ВИДЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕПЛА

Теплообмен представляет собой сложный процесс, который можно расчленить на ряд простых процессов. Различают три элементарных принципиально отличных один от другого процесса теплообмена — теплопроводность, конвекцию и тепловое излучение.

Процесс теплопроводности происходит при непосредственном соприкосновении (соударении) частиц вещества (молекул, атомов и свободных электронов), сопровождающемся обменом энергии и их тепловым движением. Такой процесс теплообмена может происходить в любых телах, но механизм переноса тепла зависит от агрегатного состояния тела.

Теплопроводность жидких и в особенности газообразных тел незначительна. Твердые тела обладают различной теплопроводностью. Тела с малой теплопроводностью называют теплоизоляционными.

Процесс конвекции происходит лишь в жидкостях и газах и представляет собой перенос тепла в результате перемещения и перемешивания частиц жидкости или газа. Конвекция всегда сопровождается теплопроводностью.

Если перемещение частиц жидкости или газа обусловливается разностью их плотностей, то такое перемещение называют естественной конвекцией. При естественной конвекции нагретые объемы теплоносителя поднимаются, охладившиеся — опускаются. Например, отопительный прибор системы цен-

трального отопления соприкасается с воздухом, который получает от него тепло и поднимается, уступая место более холодному воздуху. Таким образом, тепло вместе с воздухом передается от прибора в другие части помещения.

Если жидкость или газ перемещается с помощью насоса, вентилятора, эжектора и других устройств, то такое перемещение называют вынужденной конвекцией. Теплообмен происходит в этом случае значительно интенсивнее, чем при естественной конвекции.

Процесс теплового излучения состоит в переносе тепла от одного тела к другому электромагнитными волнами, возникающими в результате сложных молекулярных и атомных возмущений. Лучистая энергия возникает в телах за счет других видов энергии, главным образом тепловой. Электромагнитные волны распространяются от поверхности тела во все стороны. Встречая на своем пути другие тела, лучистая энергия может ими частично поглощаться, превращаясь снова в теплоту (повышая их температуру).

Теплообмен излучением может происходить между телами, находящимися на больших расстояниях друг от друга. Отличным примером этого явления служит излучение Солнца на Землю.

В технике теплообмен излучением имеет место в котлах, в системе отопления зданий, в сушильных агрегатах и т.п.

При высоких температурах теплообмен излучением преобладает над остальными видами теплообмена и имеет в связи с этим важное значение.

При изучении отдельных видов теплообмена используют следующие общие понятия и определения.

Перенос тепла от одного тела к другому, а также между частицами данного тела происходит только при наличии разности температур и направлен всегда в сторону более низкой температуры.

6.3. ЗАКОН ФУРЬЕ И КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Закон Фурье (1822 г.) является основным законом теплопроводности. Коэффициент теплопроводности является важной теплофизической характеристикой вещества: чем больше λ , тем большей теплопроводностью обладает вещество. Коэффициент теплопроводности зависит от природы вещества, его структуры, влажности, наличия примесей, температуры и других

факторов. В практических расчетах коэффициент теплопроводности строительных материалов следует принимать по СНиПу.

6.4. ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

В теплотехнике часто тепловой поток от одной жидкости (или газа) к другой передается через стенку. Такой суммарный процесс теплообмена, в котором теплоотдача соприкосновением является необходимой составной частью, называется теплопередачей. Расчетные уравнения теплопередачи зависят от формы стенки, разделяющей теплоносители

6.5. ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

Теплообменными аппаратами (теплообменниками) называются устройства, предназначенные для передачи тепла от одного теплоносителя к другому. В качестве теплоносителей в них используют пар, горячую воду, дымовые газы и другие тела. По принципу действия и конструктивному оформлению теплообменники разделяются на рекуперативные, регенеративные и смешительные.

В рекуперативных теплообменниках теплопередача от греющего теплоносителя к нагреваемому происходит через разделяющую их твердую стенку, например стенку трубы. Процесс теплообмена в них протекает обычно при стационарном режиме.

В зависимости от взаимного направления движения теплоносителей теплообменники этого типа подразделяются на противоточные, прямоточные и перекрестные.

Если теплоносители движутся навстречу друг к другу, то такие теплообменники называются противоточными; при движении теплоносителей в одном направлении — прямоточными; наконец, если теплоносители движутся в перекрестном направлении — перекрестными. Встречаются и более сложные схемы взаимного направления движения теплоносителей.

К числу рекуперативных теплообменников относятся паровые котлы, водонагреватели, приборы системы центрального отопления и др. Пример рекуперативного теплообменника — противоточный скоростной водонагреватель, применяемый в системах отопления. В нем нагреваемая вода проходит в межтрубном пространстве, а нагревающая — по трубам.

В регенеративных теплообменниках процесс теплообмена происходит в условиях нестационарного режима. В этих теплообменниках поверхность нагрева представляет собой специальную насадку из кирпича, металла или другого материала, которая сначала аккумулирует тепло, а затем отдает его нагреваемому теплоносителю. По такому принципу работают, например, регенераторы стеклоплавильных печей. Отопительные печи также относятся к группе регенеративных теплообменников.

В смесительных теплообменниках процесс теплообмена осуществляется при непосредственном соприкосновении и перемешивании теплоносителей. Примером такого теплообменника является башенный охладитель (градирня), предназначенный для охлаждения воды воздухом.

Рекуперативные и регенеративные теплообменники называют поверхностными, поскольку теплопередача в них связана с поверхностью нагрева или охлаждения, а смесительные — контактными.

Тепловые расчеты теплообменников разделяются на проектные и проверочные. Проектные (конструктивные) тепловые расчеты выполняют при проектировании новых аппаратов для определения необходимой поверхности нагрева. Проверочные тепловые расчеты выполняют в том случае, если известна поверхность нагрева теплообменника и требуется определить количество переданного тепла и конечные температуры теплоносителей.

Контрольные вопросы

1. Что такое теория теплообмена.
2. Для чего нужны знания законов теплообмена.
3. Назовите три вида теплообмена.
4. Сформулируйте закон Фурье.
5. Что такое теплообменный аппарат.
6. Какие бывают теплообменные аппараты.

ГЛАВА III. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

ЛЕКЦИЯ 7. ВОПРОСЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В УКРАИНЕ

7.1. НЕОБХОДИМОСТЬ ПРИНЯТИЯ НОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

Среди комплекса проблем, которые стоят сегодня перед Украиной и ожидают первоочередного решения, особенно выделяются своей неотложностью проблемы острого дефицита топливно-энергетических ресурсов. В первую очередь это обусловлено ростом объема потребления электроэнергии, а, следовательно, ростом потребности энергоносителей для ее производства.

Поэтому вопрос экономии топлива и энергоресурсов подтверждён Законом «Об энергосбережении» (от 1 июля 1994 г. №74/94-ВС с изменениями от 30 июня 1999 г. №738-XIV). В соответствии с этим законом под понятием «энергосбережение» следует понимать деятельность (организационную, научную, практическую, информационную), которая направлена на рациональное использование и бережный расход первичной и переработанной энергии, а также природных энергетических ресурсов в национальном хозяйстве и которая реализуется с использованием технических, экономических и правовых методов.

Украина может обеспечить себя необходимыми энергоресурсами лишь на 12-15%. Следовательно, наша страна испытывает очень высокую зависимость от импорта (объем импорта товаров и услуг к ВВП составляет почти 55%). Таким образом, одной из самых важных проблем для Украины является обеспечение себя в зимний и осенний периоды достаточным количеством газа, нефти и нефтепродуктов. Недостающее количество ей приходится импортировать из-за границы, в основном из России. Этот импорт для Украины является критическим. Более того, правительству приходится формировать специальную статью в бюджете, исходя из «коридора» цен на нефть, для обеспечения страны

необходимым количеством ресурсов. И в случае повышения цен на нефть или другие ресурсы, государству необходимо срочно искать альтернативные пути финансирования, чтобы покрыть разницу между запланированной и существующей ценой. В настоящее время баррель нефти стоит более, чем 150\$, а 1000 м³ газа – более 250\$.

По потреблению газа Украина занимает 6-е место в мире после США, России, Великобритании, Германии и Канады. Объемы потребления природного газа в последние годы составляют более 70 млрд. м³ в год при собственной добыче на уровне 18 млрд. м³ в год. Около 10 % всего уровня потребления приходится на собственные нужды отрасли и примерно 45 % приходится на промышленность и коммунально-бытовую сферу.

Кризисная ситуация в Украине в переходный период тормозит развитие полноценных рыночных отношений. Имеющиеся трудности в добыче и приобретении отдельных видов топлива и некоторые другие обстоятельства динамично меняют условия существования и развития топливно-энергетического комплекса (ТЭК) страны и служат причиной необходимости принятия новой энергетической политики.

По мнению специалистов на государственном уровне необходимо обеспечить загрузку отечественных нефтеперерабатывающих заводов достаточным количеством нефти путем подписания соответствующих долгосрочных договоров с добывающими зарубежными компаниями, а также посредством законодательных и договорных актов обеспечить в полном объеме загрузку транзитных нефтепроводов Украины. Это, в свою очередь, обеспечит стабильное пополнение государственного бюджета, как в краткосрочном, так и в долгосрочном периоде, что позволит стабильно укреплять и развивать экономику Украины в целом.

Для того чтобы сделать Украину привлекательной для иностранных инвесторов, необходимо создать правовые, экономические, технические, организационно-технологические, экологические условия, максимально приближенные к европейским.

7.2. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Прежде всего, - это дальнейшее развитие и усовершенствование производства энергии и энергоносителей, а также радикальное улучшение использования топлива, энергии, теплоты в разных областях народного хозяйства.

Промышленный теплотехнический комплекс, который включает в себя также высокотемпературные системы и системы тепло-влажностной обработки материалов при воздержанных температурах, есть одним из основных потребителей топливно-энергетических и водных ресурсов страны, а также значительным фактором загрязнения окружающей среды.

Фактически большая часть различных усовершенствований, направленных на повышение эффективности при генерировании электрической энергии на основе энергии пара, уже осуществлены.

Современная тепловая электростанция (ТЭЦ), которая работает на угле (или газе) и вырабатывает пар для дальнейшего преобразования его энергии с помощью турбогенератора в электрическую, достигает эффективности 40%. Иначе говоря, лишь 40% тепловой энергии, которая вырабатывается при сжигании угля, превратится в электроэнергию. Традиционные подходы к генерированию электрической энергии не могут обеспечить значительного повышения эффективности ТЭЦ.

Раньше рост эффективности энергетического производства обеспечивался в основном двумя факторами: развитием теплофикационных сетей и повышением начальных параметров пара турбоустановок. Но сейчас возможности этих факторов в значительной мере исчерпаны. Количество оборудования со сверхвысоким давлением в некоторых энергосистемах страны достигла 80% и больше. Поэтому нужны новые подходы к решению вопросов эффективности производства и использования энергоресурсов, а также защиты окружающей среды.

Необходима планомерная, поддерживаемая государством работа по энергосбережению, а не строительство новых мощностей по переработке энергоресурсов. Известно, что 1 кВт-час электроэнергии, полученный за счет существующих мощностей, с использованием энергосберегающих технологий, в 2-4 раза дешевле, чем на вновь построенном энергоблоке.

7.3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ

По имеющимся расчетам экономия одной тонны угля сокращает выбросы золы в атмосферу на 250 кг, окиси серы ориентировочно на 2 кг, окиси азота – на 3 кг, окиси углерода – на 10 кг. Экономия одной тонны мазута сокращает выбросы сернистого ангидрида на 40 кг, окиси углерода – на 12 кг. Экономия 1000 м³ природного газа сокращает выбросы окиси азота на 2,5 кг, окиси углерода – на 8 кг.

Известны три основных вида теплоснабжения: теплофикация на базе ТЭЦ и АЭС (обеспечивает покрытие 27-39% тепловых нагрузок); централизованное теплоснабжение на базе котельных (43-47%); децентрализованное теплоснабжение от местных теплогенераторов (16-18%).

Более 65% теплоисточников сжигают газ и жидкие виды топлива, другие работают на угле. Все теплоисточники, работающие на органическом топливе (за исключением энергоисточников с полной утилизацией выбросов и экологически чистых электро- и теплогенерирующих устройств) большей или меньшей мерой загрязняют окружающую среду.

От источников теплоснабжения неблагоприятные влияния на окружающую среду оказываются: в загрязнении атмосферы городов вредными выбросами с дымовыми газами; в тепловом загрязнении окружающей среды; в повышенном шумовом эффекте при расположении теплоисточников, в частности, котельных, в жилых кварталах.

От тепловых сетей неблагоприятные влияния могут оказываться:

- в плановых и аварийных сбросах горячей воды в реки и водохранилища, которые пагубно сказываются на водной фауне и флоре;
- в отравлении атмосферы (особенно в закрытых пространствах: туннелях, каналах, технических коридорах, подвалах домов и т.п.);
- при применении химически неустойчивых теплоизоляционных материалов (например, фенольных поропластов, а также пенополиуретанов при повышенных температурах теплоносителя, пожарах и т.п.);

- в отрицательном воздействии на растения вследствие разогревания грунта в зимнее время и изменения микроклимата при прокладке теплотрасс в районах зеленых насаждений;
- в образовании гололедицы при прокладывании теплосетей под тротуарами и городскими проездами;
- в увеличении числа простудных и других заболеваний населения в случаях некачественного или неполноценного теплоснабжения;
- в неконтролируемых стоках сетевой воды, которые в некоторых системах достигают 1000 - 10000 т/ч (например, при авариях).

Оценка влияния системы теплоснабжения на здоровье населения должна проводиться по методике, которая учитывает две группы загрязнений:

- а) загрязнения, этиологическая роль которых доказана (например, азотистые и сернистые соединения, которые являются прямой причиной развития патологий);
- б) загрязнения, которые приводят к снижению иммунобиологической реактивности организма (например, каменноугольная пыль, пары нефти, летающая зола, которые, не будучи прямой причиной развития патологий, оказывают содействие их возникновению).

7.3.1. Мероприятия по снижению экологической опасности от работы систем теплоснабжения

Первоочередные мероприятия по снижению экологической опасности от работы систем теплоснабжения включают:

- разработку схем теплоснабжения населенных пунктов и промышленных узлов с их оптимизацией для уменьшения экологического убытка;
- учет экологического аспекта при выборе открытой или закрытой системы теплоснабжения;
- отказ от применения токсичных теплоизоляционных материалов;
- отказ от прокладки тепловых сетей под городскими газонами и в пределах городских лесопарковых зон;

- применение специальных шумопоглощающих фундаментов под основное и вспомогательное энергооборудование теплоисточников;
- утилизацию сточных вод от теплоисточников и внедрение бессточных систем;
- наличие емкостных резервуаров в местах плановых периодических сбросов сетевой воды;
- прокладку под тротуарами и городскими проездами труб с повышенной толщиной теплоизоляции для предотвращения гололедицы;
- внедрение структурных схем теплосетей, которые исключают при любых отключениях (плановых или аварийных) снижение температуры в отопительных помещениях ниже 12 градусов тепла.

Поэтому необходимо разработать принципиально новую энерготехнологию, создать нетрадиционные и усовершенствовать существующие системы энергосбережения.

Мировая и отечественная практика показывает, что в данное время наиболее дешевым и экологически чистым «источником» энергии есть энергосбережение.

7.4. НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

7.4.1. Совершенствование существующих традиционных систем теплогазоснабжения

На сегодняшний день без новых нестандартных решений нельзя рассчитывать на успешное решение поставленных задач по развитию энергосберегающих технологий.

На ОАО "Харьковгоргаз" с этой целью разработаны мероприятия, которые перечислены ниже:

- техническое перевооружение и автоматизация производственных процессов и переход на новые технологии эксплуатации;
- комплексное обследование и мониторинг технического состояния газораспределительных сетей;

- капитальный ремонт (санация) и реновация подземных газопроводов с использованием полимерных материалов и новых технологий;
- строительство распределительных газопроводов из полиэтиленовых труб;
- использование одноступенчатой системы газоснабжения с использованием полиэтиленовых газопроводов и индивидуальных внутридомовых регуляторов давления позволит снизить энергозатраты на 20-30%;
- применение современного энергосберегающего газового оборудования;
- внедрение автоматизированной системы управления объектами газоснабжения;
- переход на децентрализованные системы теплоснабжения на природном газе;
- использование современных конструкций регуляторов давления газа;
- разработка электронных систем регулирования подачи газа.

На «Коммунальном предприятии «Харьковские тепловые сети» разработаны ряд мероприятий, направленных на дальнейшее развитие энергосберегающих технологий, а также пути повышения эффективности теплоснабжения города Харькова.

Основные мероприятия перечислены ниже:

- реконструкция и замена оборудования районных котельных;
- реконструкция магистральных тепловых сетей, а также внутриквартальных распределительных тепловых сетей с использованием предварительно изолированных трубопроводов;
- выведение из эксплуатации 30% тепло-распределительных станций и замена их на индивидуальные тепловые пункты;
- ликвидация 60 мелких и встроенных котельных с подключением потребителей к системе централизованного теплоснабжения;
- реконструкция насосных станций с внедрением преобразователей частоты;
- внедрение когенерации на котельных Московского и Коминтерновского районов, то есть совместное производство электрической, тепловой и механической энергии в различных комбинациях.

7.4.2. Развитие децентрализованного теплоснабжения

Теплом и горячей водой каждый дом будет обеспечиваться автономно за счёт электроэнергии (возможны варианты): ночью работают гидродинамические нагреватели или миниэлектрокотлы, днём – солнечные коллекторы (летом) или тепловые насосы – особенно зимой, на низкопотенциальном «вторичном» тепле. Также в последние годы в качестве средства децентрализации получают распространение установки лучистого отопления различных модификаций. Преимущества лучистого отопления заключаются в отсутствии необходимости строительства котельных, исключении возможности замораживания систем, малой материалоёмкости, существенной (в 2-2,5 раза) экономии топлива по сравнению с традиционными системами водяного отопления. Обогреватели лучистого и «супертёмного» излучения имеют температуру излучающих труб 90-260° С, расходуют 1,1 м³/час газа низкого давления.

7.4.3. Строительство малых ТЭЦ по традиционной схеме и на базе мусоросжигательных заводов

Решение проблемы термического обезвреживания бытовых и промышленных отходов, то есть сжигания и непосредственно связанной с ней проблемы ликвидации городских мусорников к последнему времени было ориентировано или на заграничные технологии, или на собственные технологии разных отраслевых организаций, которые часто не учитывают специфические свойства отходов. В первом случае - это приобретение дорогого заграничного оборудования, а во втором - это использование без достаточных научных обоснований и изменений энергоемких процессов, труднодоступных для коммунальных предприятий. Все это тормозит эффективное использование бытовых и промышленных отходов. Объемы переработки такого «сырья» в Украине незначительные. В то же время в Дании, например, перерабатывается 80% бытовых отходов, Швейцарии-80, Японии-72,2, Франции-41, Бельгии-40, Германии - 43, Италии - 38, Англии - 20%.

Непереработанные отходы вывозят на мусорники, часто расположенные вблизи города, создавая огромные источники загрязнения воздушного, подземного (грунтового и водоносного) бассейнов и наземной окружающей среды.

Раньше преобладала мысль просто сжигать бытовой мусор, не обращая внимания на то, какими средствами это делается, и не придавая особого значения утилизации конечных продуктов, получаемых в результате такого сжигания (тепловая энергия, зола, шлаки). Поэтому все имеющиеся мусоросжигательные заводы не были доходными и самоокупающимися. В этом причина значительного отставания нашей страны от других государств в цивилизованном решении проблемы, так как нет возможности принимать на бюджет любого города предприятия со значительными ежегодными эксплуатационными затратами, связанными с большими затратами электроэнергии, воды, зарплаты, а также средств на профилактические и капитальные ремонты. Решению проблемы мешало также отсутствие современной экологически «чистой» технологии и дешевого отечественного оборудования. Все это снижало значимость такого оптимального и широко распространенного во всем мире способа обезвреживания бытового мусора, которым есть мусоросжигание.

Другой подход к решению проблемы обезвреживания бытового мусора заключается в том, что бытовые отходы необходимо рассматривать как энергетическое топливо, которое ежегодно пополняется. Запасы его огромные, не требующие затрат на его добычу.

7.4.4. Усовершенствование систем теплоснабжения с применением электроэнергии

С целью экономии энергетических ресурсов в настоящее время рекомендуется использование электрических котлов и электрических водонагревателей. Целесообразно применять электрические котлы в децентрализованных системах теплоснабжения. Электроэнергия в достаточном количестве производится в нашей стране и является относительно дешевой и доступной для использования, как для частных лиц, так и для промышленных предприятий. Более того, современные

электрические котлы, включая трубы, запорную и регулирующую арматуру, экологически чисты, компактны. Монтаж такого оборудования не занимает много времени и места.

7.4.5. Вопросы эксплуатации и своевременного ремонта систем ТГВ как неотъемлемая часть экономии топливно - энергетических ресурсов

Техническое обслуживание и ремонт газового оборудования и трубопроводных систем в процессе эксплуатации является объективной необходимостью. В деталях и узлах оборудования независимо от количества часов их работы меняются первоначальные свойства и параметры деталей, сопряжений, узлов, из-за чего утрачивается частично или полностью их надежность, снижаются их технико-экономические показатели.

Качество смазочных материалов, применяемых для смазки трущихся деталей, оказывает большое влияние на износ деталей. Смазочные материалы должны обладать надлежащими физико-механическими свойствами, и прежде всего, вязкостью, маслянистостью и химической устойчивостью, отсутствием кислот и механических примесей.

Газовое оборудование и трубопроводные системы в процессе их эксплуатации подвержены воздействию ряда факторов, вызывающих ускоренный износ оборудования. В первую очередь – это колебания давлений и скоростей, влияние низких и высоких температур транспортируемого вещества, его агрессивности и т.д.

Своевременное техническое обслуживание и ремонт оборудования имеют чрезвычайно важное значение в выполнении мероприятий по энергосбережению. Из практического опыта известно, что какой бы совершенной конструкция газового оборудования не вводилась в эксплуатацию, в ряде случаев обнаруживаются недостатки, которые приходится устранять в процессе эксплуатации.

Ремонт — это комплекс научно обоснованных организационно-технических и технологических мероприятий, направленных на своевременное восстановление требуемых значений надежности и технического ресурса газового оборудования или трубопроводных систем.

Высокое качество ремонта газового оборудования и трубопроводных систем обеспечивается:

- наличием ремонтно-эксплуатационных баз, оснащенных современным ремонтно-механическим оборудованием и постоянно готовых к выполнению поставленной задачи;
- высокой квалификацией обслуживающего персонала из состава ремонтно-механических предприятий, их умением в любой обстановке точно определять причины отказов, характер неисправностей и быстро их устранять;
- точным учетом технического ресурса газового оборудования и его систем с целью планирования их ремонта;
- бесперебойным материально-техническим обеспечением ремонтных баз материалами, запасными частями и т. д.

Поддержание газового оборудования и систем газоснабжения в работоспособном и безопасном состоянии при их эксплуатации достигается применением единой системы технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов (ППОиР).

Периодические виды технического обслуживания (ТО) — это регламентные работы, которые выполняются в рамках эксплуатационного предприятия. Они включают текущий, средний и капитальный ремонты и являются разновидностью регламентных работ. Последовательность капитальных и средних ремонтов, входящих в единую систему ремонтов, предусматривает:

- периодическое выполнение технических осмотров и различного рода ремонтов после определенной наработки газовым оборудованием и трубопроводной системой;
- установление последовательности профилактических и ремонтных воздействий в зависимости от условий эксплуатации оборудования, его технических характеристик и физико-механических свойств составляющих их элементов.

Таким образом, система ППОиР имеет профилактическую направленность, т.е. периодически, после отработки каждым агрегатом определенного

числа нормо-часов, производятся профилактические осмотры и различные виды плановых ремонтов, чередование, которых зависит от назначения оборудования, особенностей его ремонта, в том числе от энергетических характеристик, массы, ремонтпригодности ее узлов и т. д.

Техническое обслуживание газового оборудования и трубопроводных систем по периодичности выполнения и перечню работ, их объему подразделяется на следующие виды: ежедневное техническое обслуживание ЕО (ТО-1), второе техническое обслуживание (ТО-2) и третье техническое обслуживание (ТО-3).

При ежедневном техническом обслуживании (ЕО), как правило, производится очистка, мойка и смазка узлов, а также проверка их технического состояния; контроль утечки газа, состояния и пригодности приборов, устройств.

При втором — производится проверка технического состояния газового оборудования без разборки агрегатов, но с проведением простых регулировок и замены в агрегатах мелких элементов.

При третьем — помимо указанных выше работ, дополнительно производится проверка и регулировка всех агрегатов, очистка деталей оборудования, проверка состояния подшипников, защитной и контрольной аппаратуры.

Текущий ремонт заключается в устранении неисправностей или восстановлении отдельных неисправных деталей, узлов, механизмов, блоков, приборов и агрегатов, а также в проведении при этом необходимых регулировочных, крепежных, сварочных, слесарно-механических и других видов ремонтных работ. Текущий ремонт производится силами обслуживающего персонала с привлечением ремонтно-механических баз.

Средний ремонт заключается в восстановлении или замене изношенных и поврежденных деталей, узлов, механизмов, блоков, приборов и агрегатов. При этом обязательно проверяется техническое состояние остальных частей изделия, устраняются обнаруженные неисправности и отказы, производятся регулировочные, крепежные, сварочные, слесарно-механические и другие виды ремонтных работ, а также необходимые проверки и испытания.

Средний ремонт должен обеспечивать установленный межремонтный срок эксплуатации газового оборудования до очередного планового ремонта.

Таким образом, средний ремонт газового оборудования и трубопроводных систем характеризуется углубленным контролем с одновременным выявлением неисправностей, заменой или ремонтом деталей большей номенклатуры, чем при текущем ремонте. Для многих типов газового оборудования средний ремонт не производится, а предусматривается проведение текущего и капитального ремонтов.

Капитальный ремонт газового оборудования, трубопроводных систем или их агрегатов заключается в восстановлении их технического состояния в соответствии с техническими условиями на ремонт, сборку и испытание. В результате проведения капитального ремонта должен быть обеспечен срок службы агрегата, оборудования или трубопроводной системы, а также сооружений на них не ниже первичных показателей.

При капитальном ремонте газовое оборудование полностью разбирается, производится замена или восстановление износившихся деталей, ремонт корпусных и базовых деталей, сборка и испытание после ремонта.

По степени сложности все газовое оборудование, приборы и устройства, согласно ППОиР, должны подразделяться на ряд групп. В последнее время в ремонтную практику газозенергетики вводится понятие «ремонтная сложность», по которой легче удастся осуществлять технологическую подготовку ремонтно-механической базы к проведению ремонта газового оборудования и трубопроводных систем.

7.4.6. Использование нетрадиционной энергетики с применением альтернативных экологически чистых возобновляемых источников энергии (солнца, ветра, малых и средних рек, органических отходов, океанских приливов и др.)

К нетрадиционной энергетике обычно относят установки и устройства, которые используют энергию ветра, воды, солнца, фитомассы, геотермальную

энергию, а также тепло, которое содержится в земле, воздухе и воде. Главная область применения нетрадиционной энергетики, как это отмечалось раньше, - это удовлетворение бытовых и производственных нужд людей, энергоснабжение небольших производств и предприятий, в том числе в зонах автономного энергоснабжения.

По оценкам российских ученых, годовой объем замещения органического топлива устройствами нетрадиционной энергетики в России может составлять 0,6 млн. тонн условного топлива, что отвечает 0,05% от общего производства энергоресурсов. С этой точки зрения вопрос о развитии нетрадиционной энергетики можно было бы отнести к разряду второстепенных. Однако в ближайшем будущем (через 10-15 лет) указанная часть увеличится до 20-25 млн. тонн условного топлива, что есть только в два раза меньше объема замещения органического топлива атомными электростанциями.

Практика показывает, что один мегаватт установленной мощности на ветроэлектростанции (ВЭС) в 2-3 раза более дорогой, чем на АЭС, при этом вырабатывает за год в 2-3 раза меньше электроэнергии (через нестабильность движения воздушных потоков). Поэтому аккумулялирование большого количества энергии от ВЭС перерастает в серьезную проблему, связанную со значительными затратами средств и времени.

Вызывают интерес экономические оценки проектов использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ). Сроки окупаемости затрат характеризуются такими показателями:

- ветроэлектростанции, которые работают в энергосистемах, - 8-10 лет;
- биогазовая установка с гибким пластиковым метантенком (био-реактором) объемом 20 м³ на малой птицефабрике и сжиганием биогаза в бойлере - 5 лет;
- теплонасосная установка для обогрева дома, которая использует тепло окружающего воздуха, - 4,5 года;
- система горячего водоснабжения с солнечными коллекторами разных фирм - от 2 до 5 лет;
- сжигание древесных отходов на фабрике для переработки дерева в котлах -

от 2 до 4 лет.

Таким образом, срок окупаемости затрат на всяческие проекты по применению НВИЭ сравним со сроками окупаемости традиционных энергетических объектов. Однако, во многих регионах экологическая обстановка уже достигла критических параметров через вредные выбросы в атмосферу от промышленных предприятий и котельных. Здесь получение тепла с помощью нетрадиционных источников энергии есть лучшим, если не единственным способом. Комплексный подход к проблеме разрешит ликвидировать бесчисленные мелкие неэкономичные котельные, удельная затрата условного топлива в которых превышает 300 кг/Гкал, и предотвратить загрязнение атмосферы. И вдобавок применение нетрадиционной энергетики могло бы оказывать содействие улучшению условий работы и быта населения, если ее использовать для решения проблемы отопления индивидуального жилья, мест временной (сезонной) работы и отдыха садово-огородных участков и получение горячей воды для бытовых нужд.

7.4.6.1. Энерготехнология использования солнечной энергии

Солнце - это гигантский «термоядерный реактор», который работает на водороде: за одну секунду здесь вырабатывается огромное количество энергии. Через защитную оболочку атмосферы лишь малая часть энергии, произведенной Солнцем, достигает Земли. Но и она становится ощутимой при использовании в энергосберегающих системах.

Отопительные системы, которые работают за счет солнечной энергии, становятся все более популярными в странах Евросоюза. Например, в Греции 25% общего производства горячей воды для бытовых целей приходится на солнечные системы. Согласно результатам исследований Европейского рынка, проведенных ЕС, Австрия и Греция являются лидерами в области практического использования солнечных технологий. Там на 1000 жителей страны приходится соответственно 13 м² и 11,8 м² солнечных коллекторов. Очень популярна энерготехнология использования солнечной энергии в Швеции, США и других странах.

Исследования в области практического использования энергии солнечной радиации были начаты многими научно-исследовательскими центрами развитых стран, включая СССР, еще в 30-х годах. На сегодняшний день взнос гелиоэнергетики в топливно-энергетический баланс ничтожно мал частично из-за наличия дешевого органического топлива, частично ввиду объективных трудностей в использовании энергии Солнца. К ним относится низкая плотность солнечной энергии и нерегулярный режим поступления ее в различное время суток. Отсутствие дешевых конструкционных материалов с необходимыми техническими характеристиками для разработки высокоэффективных преобразователей солнечной энергии делает последние неконкурентоспособными относительно других источников энергии. Гелиотехнические установки, в основном, применяются в районах с высоким уровнем солнечной радиации, которые не имеют развитых систем доставки энергоносителей к потребителю. Создаваемые в других регионах довольно мощные гелиоэнергетические комплексы используются, как правило, в научных целях.

Многие промышленно развитые страны мира делают серьезную ставку на гелиоэнергетику (США, Япония, Франция, Великобритания, Италия, Израиль и т.п.), для чего:

- принимаются национальные законы, которые стимулируют развитие этой области;
- координацию работ возлагают на правительственные организации;
- из бюджета направляют огромные средства в сферу научной деятельности;
- создают национальные программы.

По климатическим условиям, территорией, которая обеспечивает экономическую эффективность применения гелиоэнергетики, считается географическая широта 52° , что целиком охватывает территорию Украины. Годовое попадание солнечной радиации на горизонтальную поверхность в восточных областях Украины и, в частности, в Харьковской области, по данным НПО «Термосистемы» составляет $1100 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$, а число часов солнечного сияния в период с 15 апреля по 1 октября составляет 1430, что разрешает использовать солнечную энергию для покрытия около 80% топливно-энергетических ресурсов, которые тратятся на горячее водоснабжение в этот период года.

ПО «Харковтеплоэнерго» разработало проекты систем использования солнечной энергии для горячего водоснабжения пансионата «Березка» (100

гелиоколлекторов общей площадью 82,5 м²) и механического цеха (40 гелиоколлекторов общей площадью 32,8 м²). Каждая система за сезон вырабатывает тепла соответственно 27,6 Гкал (годовая экономия условного топлива 4,9 т) и 9,67 Гкал (годовая экономия условного топлива 1,73 т).

Проведение этих работ показало, что в Украине гелиоэнергетические установки могут эксплуатироваться во всех регионах; при относительно небольших затратах можно быстро достичь значительного экономического эффекта; изготовление оборудования может быть освоено на любом машиностроительном или приборостроительном заводе, который имеет штамповочное, сварочное и лакокрасочное оборудование. При создании комбинированных систем используется оборудование, которое находится в эксплуатации.

Но рядом с положительными моментами применения гелиоустановок имеет место ряд проблем, которые нуждаются в решении, в частности:

- отсутствие достаточной нормативно-технической базы;
- дороговизна конструкционных материалов, которые реализуются, как правило, через коммерческие структуры.

Конечно, в условиях, когда страна находится в состоянии экономического кризиса, главная проблема - это отсутствие необходимых финансовых средств. Но даже и в этих условиях нельзя не уделять внимания развитию этого сектора энергетики. Практика показывает, что, в первую очередь, потенциальными потребителями гелиотехнических водонагревательных устройств могут быть: бытовой сектор, промышленные предприятия, жилищно-коммунальный и строительный секторы, базы отдыха и детские лагеря, военные учреждения, агропромышленные предприятия и фермерские хозяйства.

7.4.6.2. Биоконкомплекс как резерв топливно-энергетических ресурсов в экономике аграрно-промышленного комплекса

В мировой практике переработка органических отходов приобрела значительное развитие:

- Китае работает 7 млн. малых и 40 тыс. больших биогазоустановок, которые перерабатывают ежегодно 230 млн. тонн органических отходов и изготавливают из них 120 млрд кубических метров биогаза, что отвечает 110 млн.т. условного топлива, покрывая до 30% нужд в энергоносителях;
- в Дании за счет переработки перегноя и навоза покрывается 60-65%

потребности в тепло- и электроэнергии малых городов и сел.

Для ряда стран биогаз - это один из путей выхода из энергетического кризиса. Связано это с тем, что из одной тонны перегноя и помета влажностью 90% получают 20-35 м³ биогаза, с теплотворной способностью 5-7тыс. ккал/м², или 15-26 кВт-час электроэнергии.

Для Украины в условиях острого недостатка энергоресурсов и финансовых средств у сельхозпредприятий реальным выходом из кризиса есть создания в регионах биоконплексов.

Биоконплекс - это многоцелевой объект, который отвечает экологическим, экономическим, энергетическим и санитарно-ветеринарным требованиям. Соответствие указанным требованиям реализуется в нем наиболее доступным и экономным способом - в анаэробных (без доступа кислорода) условиях в биогазовых реакторах колониями микроорганизмов органические отходы перерабатываются на биогаз-энергосноситель и высококачественные органические удобрения.

Биогаз содержит в своем составе 60-80% метана, 39-19% углекислого газа и незначительное количество сернистых соединений. По теплотворной способности 1 м³ биогаза эквивалентен 0,7 м³ природного газа, 0,643 л или 0,566 кг дизельного топлива. Согласно сформированной на сегодня структурой цен на энергосносители наиболее эффективной и недорогой является электроэнергия, полученная с помощью биогаза. Метан и биоэтанол являются качественным топливом, в том числе и в двигателях внутреннего сгорания, а углекислый газ, помимо всего прочего, вследствие высокой биологической активности может использоваться в пищевой промышленности как консервант при хранении сельхозпродукции.

Оптимизация сельскохозяйственного производства в Украине должна осуществляться за счет рационального использования всех вторичных сырьевых ресурсов, включая органические отходы животноводческих комплексов, птицефабрик и т.п., но, безусловно, при одновременном решении вопросов охраны окружающей среды.

Инвестиции, вкладываемые в создание биокомплексов, возвращаются на протяжении 2-3 лет после начала их эксплуатации. Дальнейшее их развитие, а вместе с ними и развитие аграрно-промышленного комплекса, становится возможным за счет эффективной работы как самых биокомплексов, так и ряда других предприятий и областей, которые прямо или опосредованно работают в интересах аграрно-промышленного комплекса.

7.4.6.3. Использование энергии ветра

Главным этапом становления отрасли было принятие в 1997 году Государственной Комплексной программы строительства ветроэлектростанций в Украине, которая позволила в масштабе страны организовать и ускорить использование ветроэнергетических технологий. Сумев организовать собственное производство лицензионных ветроагрегатов и их комплектующих на ряде перепрофилированных военных заводах, Украина заняла позиции лидера в развитии ветроэнергетики среди стран Центральной и Восточной Европы.

Первый пусковой комплекс Новоазовской ветровой электростанции, заказчиком и застройщиком которой является ПЭО «Ветроэнергопром», выдал первые киловатты в энергосистему страны уже в ноябре 1998 года. Проектная мощность Новоазовской ВЭС – 50 МВт. Она находится неподалёку от города Мариуполя на землях племенного завода «Розовский» Новоазовского района Донецкой области.

Новоазовская ветроэлектростанция динамично развивается и является крупнейшей ветровой электростанцией в Украине. На ней уже работают 186 ветроагрегатов USW 56-100 единичной мощностью 107,5 кВт и два ветроагрегата Т 600-48 мощностью 600 кВт каждая. Суммарная мощность Новоазовской ВЭС на сегодня составляет 21,1 МВт.

Наиболее важным для ветроэнергетики Украины представляется проблема привлечения негосударственных, в том числе зарубежных, инвестиций. Для этого необходимы инвестиционно привлекательные тарифы на ветровую электроэнергию. Эту задачу может решить принятие Закона Украины «О зеленых тарифах».

7.5. АВТОНОМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В современных экономических условиях рынка и при использовании как топлива природного газа наиболее перспективными с экологической точки зрения являются автономные источники теплообеспечения. Они оказывают содействие улучшению состояния воздушного бассейна, поскольку газовые выбросы малых котельных содержат в 2-3 раза меньше вредных веществ в 1 м³, чем в больших районных котельных, а сточных вод от автономных котельных практически не существует. При этом при наличии существующих развитых тепловых сетей централизованного теплоснабжения необоснованно говорить о том, что автономные котельные в ближайшее время заменят централизованное.

Однако системы автономного теплоснабжения уже начали вытеснять централизованное теплоснабжение в таких случаях:

- при строительстве новых или реконструкции старых зданий в районах, где прокладывание тепловых сетей технически невозможно;
- для обеспечения теплом объектов, которые не допускают перерывов в теплоснабжении (больницы, школы), или потребителей, которые несут большие экономические затраты из-за отсутствия тепла (гостиницы);
- при обеспечении теплом потребителей, расположенных на конечных участках существующих тепловых сетей и тех, которые ощущают недостаток тепла вследствие низкой пропускной способности тепловых сетей или недостаточного перепада давления между прямой и обратной магистралями.

Опыт работы автономных котельных показал, что они надежные и экономичные. При теплоснабжении от этих котельных потребитель получает тепло в 3 раза дешевле, чем действующие тарифы. За счет этого строительство таких котельных окупается практически за один сезон. Одновременно исключаются в дальнейшем дотации из бюджета на плату за тепловую энергию. Таким образом, переход на автономные источники теплоснабжения удобный и потребителям, и местному бюджету.

Современными нормами проектирования для зданий разнообразного назначения разрешается применять пристроенные, встроенные и крышные котельные. Их предусматривается размещать в зданиях, которые только проектируются и в уже существующих зданиях, не изменяя архитектурного облика.

В небольших городах, где централизованное теплоснабжение развито слабо, а строительство осуществляется отдельными объектами, которые вводятся в .

эксплуатацию разрозненно, внедрение автономного теплоснабжения наиболее целесообразно.

7.5.1. Газопоршневые автономные электростанции

В условиях постоянного роста тарифов на электроэнергию и «веерных» отключений, которые практикуются энергоснабжающими организациями, применение автономных электроустановок становится не только целесообразным, но и необходимым, особенно для потребителей, которые не допускают перерывов в энергоснабжении. Во многих регионах государства практически ни один потребитель, который нуждается в бесперебойном электроснабжении, не имеет надежного резерва. Выход из такого положения обеспечивается строительством у таких потребителей газопоршневых электроустановок.

Газопоршневые установки создаются на базе дизель-генераторов, которые выпускаются отечественной промышленностью. Но сравнительно с дизельными, газовые двигатели имеют улучшенные технические показатели, в том числе увеличенный на 30-50% ресурс работы. С экологической точки зрения наличие вредных веществ в выхлопных газах в них значительно меньше, чем у дизелей и не превышает концентраций окиси углерода и оксидов азота современных котельных.

Газопоршневые электростанции особенно целесообразно использовать в газифицированных населенных пунктах с потребительской мощностью до 10 Мвт. Их использование в этом случае позволяет исключить подачу электроэнергии длинными электролиниями, а, следовательно, и потери электроэнергии. И вдобавок в этом случае можно, кроме электроэнергии, вырабатывать и теплоту для теплоснабжения поселка за счет утилизации бросовой теплоты двигателя, который повышает коэффициент использования топлива до 80-90%.

Другим перспективным направлением использования газопоршневых электростанций является их строительство на местных газовых месторождениях, застраивать которые магистральными газопроводами экономически невыгодно. Произведенная на этих месторождениях электроэнергия может использоваться как для снабжения поселений, так и для передачи в сеть энергосистемы. Стоимость произведенной автономными электростанциями электроэнергии при их работе на

сетевом газе в 1,5-2 раза, а на местном газе - в 3-4 раза ниже за действующие тарифы. В связи с этим следует ожидать, что срок окупаемости электростанций будет составлять 2-3 года.

Для положительного решения проблем энергосбережения следует исходить из следующих положений:

- в первую очередь наладить учет всех энергоносителей;
- рассматривать проблему в комплексе: от добычи энергоресурсов до использования энергии на рабочих местах и в системе жилищно-коммунального хозяйства;
- выработать систему экономически удобного реального займа (инвестиции) средств у финансовых структур.

Реализация этих положений входит в сферу деятельности энергоменеджмента. Выход из критической ситуации можно осуществить в два этапа: на первом этапе будут подготовлены условия для массового перевода экономики на энергосберегающий путь развития, на втором - увеличение энергетической эффективности на основе интенсивного энергосбережения и ускорение научно-технического прогресса.

Общая потребность страны в топливно-энергетических ресурсах к концу второго этапа может быть уменьшена приблизительно на десятки и даже сотни миллионов тонн условного топлива. Причем уменьшение должно быть получено за счет снижения удельных норм затрат энергоресурсов потребителями, а также других мероприятий по экономии топлива.

В Швеции, например, в результате реализации одной из программ энергосбережения удалось снизить удельное энергопотребление на 30% в индивидуальных домах и на 20% в многоквартирных.

7.6. ТЭК КАК ЕДИНАЯ СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Топливо-энергетический комплекс принадлежит к числу наиболее крупных народнохозяйственных комплексов. Он объединяет угольную, нефтяную, нефтеперерабатывающую, газовую, торфяную, сланцевую промышленность, электро- и теплоэнергетику, включая предприятия для производства ядерного горючего, распределительные электрические сети и трубопроводы, организации и фирмы по сбыту топливных и энергетических ресурсов.

ТЭК представляет единую систему энергоснабжения, главная цель которой - эффективное и надежное обеспечение всех нужд народного хозяйства энергией необходимого качества. Это обуславливает его тесные связи со структурой, масштабами и темпами развития экономики страны.

Рассмотрим мероприятия, применяемые в строительстве, жилищно-коммунальном хозяйстве и в других сферах народного хозяйства для экономии энергоресурсов:

- уменьшение потерь теплоты через ограждающие конструкции жилых и общественных зданий с соответствующим уменьшением теплоотдачи нагревательных приборов;
- повышение эффективности работы теплогенерирующих агрегатов и установок;
- снижение затрат теплоты при работе систем отопления и горячего водоснабжения;
- уменьшение затрат электроэнергии на работу систем инженерного оборудования жилых зданий и т.п.

Технологическое энергосбережение - это организационные и инженерные технические мероприятия, направленные на прямую экономию энергоресурсов и ликвидацию потерь энергии при ее производстве, передаче и использовании.

В общем плане экономию топливно-энергетических ресурсов, снижение потерь энергии можно достичь путем:

- применение более современных процессов производства энергии и топлива;
- замены энергоемких процессов менее энергоемкими и применение малоотходных или энергосберегающих технологий;
- замены устаревшего неэкономичного оборудования новым;
- усовершенствование структуры энергопотребления предприятий за счет выбора наиболее эффективных энергоносителей, повышение качества используемых энергоносителей и рационализации энергетических потоков, оптимизации тепловых схем предприятий и отдельных технологических процессов;
- повышение энергетического КПД технологических агрегатов за счет улучшения организации технологических процессов и режимов работы, сокращение их простоев и непроизводительных потерь энергоресурсов;

- использование нетрадиционных источников энергии и вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), которые образуются в одних технологических установках или процессах и направляются для энергообеспечения других агрегатов и процессов.

7.7. НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В последнее время во всем мире большое внимание отводится экономии электроэнергии.

Во-первых, это повсеместное вытеснение традиционных источников света, таких, как лампы накаливания, галогенные лампы и замена их лампами с высокой светоотдачей (люминесцентные ртутные, натриевые высокого давления и т.п.).

Во-вторых, это замена традиционных электромагнитных пуско-регулирующих аппаратов (ПРА) на современные электронные пусковые регулирующие аппараты (ЭПРА). Расчет показывает, что при замене обычной лампы накаливания ($W=100$ Вт), световой поток которой 1380 лм, на люминесцентную лампу (с дросселем) (18 Вт + 3 Вт, что выделяется на дросселе - световой поток 1150 лм) -экономится около 75 Вт электроэнергии. Если же взять люминесцентную лампу с ЭПРА, то для получения такого же светового потока на нее довольно подать 15 Вт, а это экономия 85 Вт электроэнергии. При этом следует прибавить, что срок службы обычной лампы накаливания составляет 1000 часов (в реальных условиях нестабильности электросети он бывает значительно меньшим), а срок службы люминесцентной лампы с дросселем -10 тысяч часов. Срок использования люминесцентной лампы с ЭПРА возрастает до 20 тысяч часов.

Это достигается благодаря определенным условиям, которые обеспечивает ЭПРА (теплый старт, снижение нагрузки на катоды и т.п.).

Сфера применения таких ЭПРА огромная - от автомобильных фонарей до светильников на судах и т.п.. В отличие от светильников, которые поступают к нам из Восточной Азии (сомнительного качества), отечественные ЭПРА имеют высокую надежность.

К их техническим особенностям следует отнести:

- высокий коэффициент использования мощности;
- стабилизацию постоянной мощности на лампе в диапазоне напряжений от 189 В до 280 В;

- отсутствие мерцания;
- увеличение срока службы ламп;
- экономию электроэнергии.

7.8. ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРОЙ ПОМЕЩЕНИЙ

Исследования показывают, что управление температурным режимом помещений позволяет снизить теплопотребление отопления на 20%. Речь идет о возможности оперативной задачи снижения температуры в общественных зданиях в ночное время.

Внедрение воздушных систем отопления позволяет снизить температуру теплоносителя.

В настоящее время для создания комфортных условий в помещении воздух нагревается отопительными приборами, рассчитанными на повышенную температуру теплоносителя из-за высокого термического сопротивления воздуха. При этом приходится за несколько километров транспортировать теплоноситель с температурой больше 100 градусов. Нормативные потери тепла в теплотрассе должны быть не более 3-4%, а температура в канале теплосети - не выше 25 градусов. Однако в существующих теплотрассах температура в каналах достигает 40 градусов. Это означает, что потери в теплотрассе выше расчетных на 30%.

Переход на новые приборы отопления, в которых за счет встроенных вентиляторов существенным образом снижается термическое сопротивление воздуха, позволяет обеспечить комфортные условия в помещении при более низкой температуре теплоносителя, а значит, и при меньших потерях тепла на теплотрассах. Оценки таких систем отопления показывают, что можно получить экономию тепла до 30% за счет снижения потерь на теплотрассах.

Тепловентиляционные конвекторы при подаче в них холодного теплоносителя могут выполнять функции кондиционера. В их конструкции предусмотренный сбор конденсата и штуцер для сбрасывания этого конденсата, например, в систему канализации.

7.9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕВЕРСИВНЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ КАК ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Тепловой насос - это тепловая машина, которая работает в парожидкостном цикле и трансформирует низкопотенциальное тепло окружающей среды в тепло более высокого потенциала, пригодное для систем отопления. Потребительская мощность такой машины всегда меньше ее теплопроизводительности. Это и обеспечивает ее экономичность по сравнению, например, с электродкотлом.

В конструкции реверсивных тепловых насосов предполагается возможность переключения функций теплообменников, в результате чего потребитель может получать и холодный теплоноситель.

Поэтому появление новых вентиляционных охлаждающих отопительно-охладительных устройств, способных работать в широком диапазоне температур теплоносителя ($40^{\circ}\text{C}..90^{\circ}\text{C}$ на тепло и $5^{\circ}\text{C}...10^{\circ}\text{C}$ на холод) упрощает создание всесезонных систем кондиционирования на базе реверсивных тепловых насосов.

Есть две особенности тепловых насосов, которые делают их очень удобными для использования в энергетических системах.

Во-первых, тепловые насосы способны вытягивать или рекуперировать тепло из низкотемпературных источников, которое обычно не может быть использовано для отопления. Такое низкотемпературное тепло, которое в большом количестве есть в воздухе, земле, озерной воде, подземных водах и других естественных источниках, может быть использовано с помощью тепловых насосов для отопления помещений и нагревания воды для бытовых целей.

Во-вторых, тепловые насосы имеют более высокую эффективность использования энергии в сравнении с любым традиционным методом обогрева. Например, котел, который работает на жидком топливе, способен использовать около 75-80% энергии, которая содержится в топливе. Прямой электрический обогрев дает практически 100% усвоения энергии в местах ее использования, но тепловой насос в аналогичном случае способен получить в 3 раза больше энергии, чем требуется для его работы.

За границей тепловые насосы широко используются в групповых котельных, которые обеспечивают теплом дома, расположенные на относительно малой территории и принадлежащие одному владельцу. Много существующих котельных можно довольно легко перевести на работу с тепловыми насосами, которое дало бы

возможность получить значительную экономию потребления нефти, газа и угля в промышленности и коммунальном хозяйстве.

Конкурентноспособными оказались и мощные тепловые насосы. Так, в Швеции около 20 лет тому были запущены в работу 30 теплонасосных установок мощностью 10 Мвт и больше, которые обеспечили районное теплоснабжение.

7.10. УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СТОКОВ

На предприятиях коммунального хозяйства городов используется горячая вода сравнительно высокого потенциала с дальнейшим сливом ее в канализацию. Эти потоки могут быть использованы для подогрева питательной воды, и тем самым снизятся затраты энергии. Дооснащение, например, прачечных утилизаторами сточных вод может окупиться всего за несколько месяцев и снизить энергопотребление предприятия на 20-25%.

Аналогичный результат относительно окупаемости, но немного меньший относительно снижения общего энергопотребления может быть полученный и при утилизации сточных вод из ванн и бассейнов.

Приблизительно такие же результаты могут быть и на промышленных предприятиях, в технологических процессах которых используются высокотемпературные теплоносители (заводы, которые вырабатывают стекло, бисквитные фабрики и т.п.).

7.11. ВНЕДРЕНИЕ ПРИБОРОВ КОНТРОЛЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Потребитель энергии без соответствующей контролирующей базы не может решать вопроса экономии. Он должен точно знать, сколько используется энергии, какими средствами можно снизить это потребление и как быстро приобретение этих средств окупится при эксплуатации. Последнее условие будет осуществленным только при дотации потребителям части средств, необходимых для приобретения энергоэкономичного, недорогого оборудования, особенно такого, которое будет работать при получении энергии от

нетрадиционных источников (ветра, солнца, биомассы) и утилизации отработанного тепла с помощью теплообменников и теплонасосных установок. Например, в Австрии при покупке энергосберегающего оборудования государство возвращает покупателю до 30% его стоимости.

Осуществление энергосберегающих мероприятий должны быть обеспечено необходимыми техническими средствами, материалами и оборудованием. Использование уже созданной за границей технологии и оборудование, адаптация ее к нашим условиям и разработка на этой основе отечественной продукции, которая уже прошла проверку у массового потребителя и завоевала его доверие, разрешает быстро решать вопрос энергосбережения в быту, жилищно-коммунальном хозяйстве и строительстве.

7.12. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В УКРАИНЕ

Как уже отмечалось, в данное время энергетика Украины работает в довольно экстремальных условиях. Одна из причин такой ситуации - дефицит органического топлива. Несмотря на то, что в последние годы до 40% электроэнергии произведено на атомных электростанциях (АЭС), собственными первичными энергоресурсами Украина обеспечена лишь на 42%, в том числе углем - на 80%, газом - на 20% и нефтью - на 13%.

Теплоснабжение страны имеет важное влияние на формирование ее топливно-энергетического комплекса (ТЭК), так как оно, во-первых, связанное с преобладающим использованием импортированного газомазутного топлива, а во-вторых, в значительной мере определяет экологическое состояние населенных пунктов. По некоторым оценкам, до 30% и более топлива тратится для теплоснабжения.

Таким образом, важнейшими проблемами в энергетике Украины (особенно в теплоснабжении) является важное сокращение затрат органического топлива (и в первую очередь мазутного и газо-мазутного) и защита окружающей среды от

вредных выбросов источников тепла. Одним из реальных путей решения этих проблем может стать использование АЭС и в первую очередь действующих; а также создание до 2030 г. специальных атомных источников теплоты (АИТ) - атомных теплоэлектроцентралей (АТЭЦ), атомных станций теплоснабжения (АСТ) и атомных станций промышленного теплоснабжения (АСПТ) для централизованного теплоснабжения больших и очень загазованных городов.

Анализ результатов исследований показывает, что все программы создания СЦТ на базе АЭС и АИТ довольно эффективные, главным образом, за счет крупномасштабного вытеснения с ТЭК Украины остродефицитного импортированного топлива (в основном, мазутного и газо-мазутного). Даже при минимальной программе, которая не нуждается в установлении на АЭС дополнительных блоков, получаем покрытие суммарной тепловой нагрузки 15тыс. МВт в 2012 году (25% нагрузок всех теплоисточников Минэнерго Украины) и 50 тыс. МВт до 2030 г.

Реализация СЦТ на базе АЭС и АИТ Украины будет иметь и большое социальное значение в первую очередь для каждого города, охваченного атомным теплоснабжением, и для страны в целом: исключается зависимость от конъюнктуры поступления и стоимости остродефицитного импортированного органического топлива, появляются новые рабочие места, стабилизируется политическая обстановка и т.п..

7.13. КРАТКОЕ ПОСОБИЕ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

Атомные электростанции в XXI веке всё ещё будут играть важную роль и будут производить 20-30 % мировой электроэнергии. Уже сегодня в мире функционируют 440 ядерных реакторов, 104 из которых – в США. АЭС перейдут на использование в качестве теплоносителя глубоко охлаждённого гелия, который, забирая тепло от ядерного реактора, с помощью газовой турбины так называемого «замкнутого цикла Брайтона», будет превращать тепло в электроэнергию с кпд более 50% (против нынешних 30-35%).

Следующим источником электроэнергии являются мощные установки термоядерного синтеза, работающие на изотопе водорода – дейтерии (с добавлением трития). В отличие от ядерной, термоядерная энергия практически не таит радиационной угрозы и нового Чернобыля. Дейтерий содержится в воде, а этого сырья имеется сколько угодно в любой стране.

Например, дейтерия, содержащегося в стакане воды, достаточно, чтобы получить столько же тепла, сколько от сжигания 200 л бензина. То есть, один «стакан воды» заменит 5 полных бензобаков!

Всё электронное и значительную часть точного машиностроения перевести на нанотехнологии («молекулярную сборку»). Это полностью исключит такие энергозатратные и экологически грязные циклы, как металлургический, а также циклы обработки металла (прокат, прессование, фрезерные и токарные работы, сварку и т.д.).

Все бензиновые и дизельные автомобили, «малый» водный транспорт, а также военная бронетехника должны работать на водородных топливных элементах (сжатый водород находится в облегчённых сверхпрочных баллонах). Водород будет производиться мощными генераторами на базе АЭС.

Весь крупный пассажирский, грузовой и военный морской флот оснастить безопасными ядерными реакторами, работающими не на опасном уране – 238, а на значительно более безопасном тории - 232 (из тория -232 уже непосредственно в реакторе получают «вторичное» ядерное топливо – уран-233).

Контрольные вопросы

1. В чём сущность новой энергетической политики.
2. Назовите способы повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.
3. Перечислите основные мероприятия по снижению экологической опасности от работы систем теплоснабжения.
4. Назовите новые направления развития энергосберегающих технологий.
5. Для чего нужны автономные источники теплоснабжения.
6. Какие бывают автономные источники теплоснабжения.
7. Что такое топливно-энергетический комплекс (ТЭК).
8. Перечислите методы экономии электроэнергии.

ЛЕКЦИЯ 8. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И КОНКРЕТНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

8.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Системы газоснабжения г. Харькова - это единый комплекс, который представляет собой многоуровневую постоянно развивающуюся структуру, которая имеет распределительную сеть газопроводов различной сложности (давление в газопроводе, диаметр газопровода, запорная и регулирующая арматура различной сложности, автоматическое управление и т.д.).

Основные задачи, поставленные перед системой газоснабжения следующие:

- бесперебойная поставка газа потребителю;
- поддержка оптимального давления газа у потребителя;

Газовое хозяйство города Харькова является одним из самых крупных хозяйств на Украине. История его развития начинается с 23 декабря 1871 года, когда газ впервые был применен для освещения улиц.

В 1932 г. был разработан план развития газоснабжения города, а для обслуживания системы газоснабжения был создан Трест "Харгаз".

До 1956 года в городе Харькове использовался коксовый газ, а с 1956 года газовое хозяйство города Харькова было переведено на природный газ Шебелинского месторождения. До 1968 года были построены основные газовые сети, в том числе была разработана уникальная кольцевая система газоснабжения.

В 1980 году с введением в эксплуатацию газопровода высокого давления от ГРС-1 до ГРС-4, которые замкнули кольцо вокруг города Харькова, завершено выполнение перспективного "Плана развития системы газоснабжения города Харькова на 1976-1980 годы".

В 1996 году на базе государственного предприятия по газоснабжению и газификации создано открытое акционерное общество "Харьковгоргаз".

В 2004 году общий объем транспортирования газа составил около 2400 млн. м³. Годовая потребность в газоснабжении распределилась следующим образом:

- 73% использовали предприятия теплоэнергетики;
- 14% - население;
- 12% - промышленные предприятия;
- 1% - бюджетные организации.

8.2. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГАЗОВОГО ХОЗЯЙСТВА

1. Предоставление услуг по газоснабжению и транспортировке природного газа газифицированным объектам и организациям всех форм собственности г. Харькова.
2. Техническое обслуживание и ремонт подземных и наземных газопроводов.
3. Проведение контроля, диагностики и анализа коррозионного состояния газопроводов.
4. Метрологическое обеспечение учета газа.

8.3. АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОПРОВОДОВ

По имеющимся данным более 2000 км газопроводов эксплуатируется более 20 лет, 1560 км - более 30 лет и 761 км газопроводов эксплуатируется более 40 лет и полностью изношены.

Амортизационный срок эксплуатации газопроводов закончился, и они требуют обновления (реновации).

Для газопроводов характерно природное физическое старение труб и изоляции. Положение усложняется еще тем, что 90% газопроводов города Харькова находится в зоне опасного влияния блуждающих токов от наземного рельсового электротранспорта.

8.4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ГАЗОПРОВОДОВ С ЦЕЛЬЮ ИХ ЗАЩИТЫ ОТ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ

1. Разработать инвестиционный проект "Создание интегрированной автоматизированной системы управления ОАО "Харьковгоргаз".
2. Разработать инвестиционный проект по санации газопроводов в городе Харькове "Восстановление газопровода высокого давления ($P=1,2\text{МПа}$),

среднего давления ($P=0,3\text{МПа}$) и низкого давления ($P=0,03\text{МПа}$) тканевыми шлангами по технологии "Процес-феникс".

3. Выполнение мероприятий по ограничению блуждающих токов от рельсового электротранспорта совместно с ХКП "Горэлектротранс".
4. Установка защитных устройств от коррозии для обеспечения катодной поляризации подземных металлических коммуникаций и сооружений.

Условия безопасности, надежности систем газоснабжения являются приоритетными в деятельности предприятий газового хозяйства и требуют постоянного усовершенствования методов эксплуатации и ремонта.

На сегодняшний день без новых нестандартных решений нельзя рассчитывать на успешное решение поставленных перед предприятием газовой отрасли задач по восстановлению изношенных стальных газопроводов.

ОАО "Харьковгоргаз" идет по пути усовершенствования деятельности подразделений и с этой целью на предприятии разработаны ряд программ, которые перечисленные ниже:

- программа по техническому перевооружению автоматизации производственных процессов и перехода на новые технологии эксплуатации, строительства и реновации систем газоснабжения;
- программа обследования и мониторинга технического состояния газораспределительных сетей;
- программа по капитальному ремонту (санации) и реновации подземных газопроводов с использованием полимерных материалов и новых технологий.

Опыт мировых лидеров в области газоснабжения показывает, что найдены наиболее рациональные, безопасные, энергетические и экономически оправданные пути развития отрасли.

1. Строительство распределительных газопроводов из полиэтиленовых труб диаметром до 110 мм даёт экономию 40-50% в сравнении с другими видами труб (сталь, чугун). Техническое преимущество полиэтиленовых труб перед стальными – это увеличение на 30-40% пропускной способности за счет

меньшего коэффициента шероховатости, износостойкости, инертности к действию коррозии, минимальное техническое обслуживание и отсутствие защитных установок и сооружений, а также минимум сварных швов, быстрота и лёгкость монтажа.

2. Использование одноступенчатой системы газоснабжения с использованием полиэтиленовых газопроводов и индивидуальных внутридомовых регуляторов давления позволит снизить затраты на строительство систем газоснабжения на 20-30%.
3. Ремонт и реновация изношенных стальных газопроводов предусматривает использование принципиально новых технологий:
 - использование технологии "Процес Феникс" (тканевые шланги);
 - метод протягивания стандартных полиэтиленовых труб внутри изношенных стальных;
 - метод модифицированных внутренних лайнеров "U-Liner".
4. Применение современного энергосберегающего газового оборудования.
5. Внедрение автоматизированной системы управления объектами газоснабжения.
6. Переход на децентрализованные системы теплоснабжения на природном газе.
7. Использование современных конструкций регуляторов давления газа.
8. Разработка электронных систем регулирования подачи газа.

8.5. ПРОГРАММА ПЕРСПЕКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА, РАЗРАБОТАННАЯ КОММУНАЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ «ХАРЬКОВСКИЕ ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ»

Предприятие создано в 2001 году на базе двух предприятий: ГП «Харьковские тепловые сети» и ПО «Харьковтеплоэнерго». Его задачей является производство, переработка, транспортирование и распределение

тепловой энергии всем группам потребителей города Харькова. 95% жителей города пользуются услугами предприятия.

Установленная тепловая мощность предприятия составляет 3032 Гкал/час. Тепловую энергию предприятие производит на базе 262 котельных. Наиболее мощные из них Московская, Дзержинская, Коминтерновская, районные котельные, а также ТЭЦ-4, которая работает в режиме котельной.

В эксплуатации предприятия находится 1533 км трубопроводов диаметром 1220 мм и меньше, которые проложены в подземных проходных, полупроходных и непроходных каналах, а также на эстакадах.

На тепловых магистралях установлено 208 теплораспределительных станций и 11 перекачивающих насосных станций.

На предприятии работают 5,5 тыс. высококвалифицированных специалистов, которые выполняют работы по эксплуатации и развитию систем теплоснабжения города Харькова:

- ведут строительство, выполняют монтаж и реконструкцию трубопроводов;
- монтируют, обслуживают, проверяют теплосчётчики всех видов и водомеры;
- ремонтируют теплоэнергетическое оборудование котельных, теплораспределительных и насосных станций;
- выполняют монтаж, наладку и обслуживание оборудования КИПиА;
- производят химическую промывку котлов от накипи.

Предприятие совместно с американской компанией занимается реализацией программы «Повышение эффективности теплоснабжения города Харькова и исследование возможности организационной реструктуризации».

Программа предусматривает максимальное использование тепловой энергии ТЭЦ-5, а также:

- реконструкцию и замену оборудования районных котельных;
- реконструкцию магистральных тепловых сетей, а также внутриквартальных распределительных тепловых сетей с использованием предварительно изолированных трубопроводов;
- выведение из эксплуатации 30% тепло-распределительных станций и замена их на индивидуальные тепловые пункты;

- ликвидацию 60 мелких и встроенных котельных с подключением потребителей к системе централизованного теплоснабжения;
- реконструкцию насосных станций с внедрением преобразователей частоты;
- внедрение когенерации на котельных Московского и Коминтерновского районов.

Предприятие совместно со своими основными поставщиками тепловой энергии ТЭЦ-3 и ТЭЦ-5 занимается реализацией программы перспективного развития централизованного теплоснабжения города. Эта программа предусматривает развитие магистральных сетей, которые закольцуют ТЭЦ-3,

ТЭЦ-4 и ТЭЦ-5. Такая система позволит максимально разгрузить котельные, т.к. производство тепла на них дороже, чем на ТЭЦ, а также перераспределить теплоноситель в те районы города, где возникает необходимость в выполнении большого объема ремонтных работ на магистралях. В будущем при достаточном развитии централизованной системы теплоснабжения локальные источники будут ликвидированы и подключены к магистральным сетям.

На предприятии внедрены новейшие технологии и программно-технические комплексы, энергосберегающие устройства и оборудование. Эти мероприятия значительно улучшили параметры работы оборудования, а также уменьшили затраты на топливно-энергетические ресурсы.

При проведении капитальных ремонтов теплотрасс и прокладке новых сетей на предприятии применяются трубы в пенополиуретановой изоляции. В жилых домах устанавливаются индивидуальные тепловые пункты, теплосчётчики, а также газовые котлы с высоким КПД.

Специалистами предприятия «Харьковские тепловые сети» были разработаны и внедрены различные приборы и оборудование. Ниже перечислены некоторые из них.

Счетчик воды 4-х тарифный электронный ЛВ-4Т. Предназначен для измерения потребленного объема воды с контролем качества ее подогрева. Награждён дипломом и медалью Международного салона изобретений и новых технологий «Новое время».

Автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ) теплоснабжением города Харькова. Предназначена для осуществления оперативного управления эксплуатацией централизованной системы теплоснабжения, выработкой, отпуском, транспортировкой и распределением тепловой энергии с наименьшими затратами.

Система диспетчеризации малых котельных на базе блоков мониторинга РИТ-35, обеспечивающих сбор аварийных сигналов, их кодировку и передачу информации на районный диспетчерский пункт.

Блок регулирования и индикации температуры «Брит-2».

Блок контроля и сигнализации «БКС-04». Предназначен для использования в качестве прибора, контролирующего работу котельной установки по сигналам датчиков, установленных в контрольных технологических точках. При отклонении параметров от заданных значений вырабатывается звуковой сигнал и световая индикация, происходит запоминание причины аварии и вывод информации по каналу связи с внешним устройством.

Устройство автоматического управления насосами УАВР-2. Предназначено для автоматического управления двумя насосами, один из которых является резервным.

Блок управления котлом «БУК». Предназначен для использования в котлах мощностью до 10 МВт (производительностью до 9 Гкал.), работающих на газовом топливе низкого и среднего давления по СНиП 2.04.08.

Температурный универсальный регулятор «ТУР-М». Предназначен для автоматического управления температурным режимом в системах автоматического управления технологическими процессами.

Контрольные вопросы

1. Какие основные задачи систем газоснабжения.
2. Перечислите основные направления деятельности газовых хозяйств.
3. Какие необходимые мероприятия по совершенствованию методов эксплуатации и ремонта газопроводов.
4. Назовите мероприятия по дальнейшему совершенствованию систем централизованного теплоснабжения города.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Тихомиров К.В., Сергиенко И.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. – М.: Стройиздат, 1991-480с. : ил.
2. Ионин А.А. Газоснабжение. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.,Стройиздат, 1975. 439 с.
3. Богословский В.Н., Новожилов В.И., Симаков Б.Д., Титов В.П. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. 2 Вентиляция. Под ред. Богословского В.Н. М., Стройиздат, 1976. 439 с.
4. Штеренлихт Д.В. Гидравлика: Учебник для вузов. – в 2-х кн.:кн..1-М.: Энергоатомиздат, 1991-351с. : ил.
5. Бережнов І.О., Шульга М.О. Улаштування і експлуатація теплових і газових мереж. – К.: НМК ВО, 1992.-124с.
6. Гапонова Л.В. Техническая диагностика систем теплогазоснабжения и вентиляции. Учебное пособие. – Х.: ХНАГХ, 2007 – 132с.
7. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент. – Х.: БУРУН і К, 2006. – 304с.
8. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків: Підручник – К.: Кондор, 2007 – 458с.
9. Справочник проектировщика. Отопление и горячее водоснабжение. Староверов И.Г., - М.: Стройиздат, 1991. – 125с
10. Капустянко П.А., Кузин А.К., Макаровский Е.Л. и др. Альтернативная энергетика и энергосбережение: современное состояние и перспективы. Учебное пособие.- Харьков. 2004.- 312с.
11. Качественная газовая запорно-регулирующая арматура - залог надежной и безопасной работы газопотребляющего оборудования // **"Территория НЕФТЕГАЗ"**, № 3, с.36
12. Номенклатурный каталог **ООО "НПФ РАСКО"** на 2006 год.
13. Нормативні видання.
14. kub.kharkov.ua
15. www.topclimat.ru
16. www.mosholding.ru
17. www.amkspb.ru похожие
18. www.krokusvent.ru похожие
19. www.krokusvent.ru
20. www.all-climate.ru похожи
21. <http://www.krokusvent.ru/krishniy-tfsr.html>
22. www.packo.ru
23. www.klapan.brest.by
24. www.termocond.com.ua
25. www.ua.all.biz
26. www.ypag.ru
27. www.poetalon.ru
28. www.dianaspb.ru
29. www.bis077.ru
30. diana.kiev.ua
31. www.good-roof.ru
32. <http://gost.at.ua/load/gosty/otoplenie/62>

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

**Капцов Іван Іванович,
Пахомов Юрій Васильович**

Конспект лекцій

з курсу

«ВСТУП ДО БУДІВЕЛЬНОЇ СПРАВИ»

(за професійним спрямуванням)

(для студентів 1 курсу денної і заочної форми навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра, напряму 6.060101 – «Будівництво» спеціальності «Теплогазопостачання та вентиляція»)
(рос. мовою)

В авторській редакції

Відповідальний за випуск *О. В. Ромашко*

Комп'ютерний набір *Ю.В. Пахомов*

Комп'ютерне верстання *Н. В. Зражевська*

Дизайн обкладинки *І. П. Шелехов*

План 2011, поз. 88 - Л

Підп. до друку 08.12.11
Друк на ризографі

Формат 60×84/16
Тираж 50 пр.

Ум. друк.арк. 8,0
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@ksame.kharkov.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4064 від 12.05.2011